

MONOGRAFÍA INTRODUCTORIA EN LOS SISTEMAS IoT CON ÉNFASIS EN LOS SECTORES DE LA SALUD, LA EDUCACIÓN Y LA AGROINDUSTRIA

**DIDIER CASTAÑO SANCHEZ
DANIEL HUMBERTO GALLEGU LÓPEZ**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE INGENIERIAS
PROGRAMA DE INGENIERIA DE SISTEMAS Y COMPUTACION
2019**

**MONOGRAFÍA INTRODUCTORIA EN LOS SISTEMAS IoT CON ÉNFASIS EN
LOS SECTORES DE LA SALUD, LA EDUCACIÓN Y LA AGROINDUSTRIA**

**DIDIER CASTAÑO SANCHEZ
DANIEL HUMBERTO GALLEGU LÓPEZ**

ANTEPROYECTO DE PROYECTO DE GRADO

**REQUISITO FINAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO DE
SISTEMAS Y COMPUTACIÓN**

Director

MSC. CÉSAR AUGUSTO JARAMILLO ACEVEDO

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE INGENIERIAS
PROGRAMA DE INGENIERIA DE SISTEMAS Y COMPUTACION
2019**

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a Dios por darnos la oportunidad de culminar este ciclo en nuestra vida, por ser nuestro apoyo, nuestra guía en muchos momentos de adversidad.

A nuestra familias, por estar en todo momento apoyándonos y guiándonos nuestro caminar, a César Jaramillo, por su constante apoyo y asesoría en la construcción de esta monografía.

Y finalmente a todas las personas que de alguna u otra forma han contribuido a nuestro crecimiento personal y profesional, Gracias.

RESUMEN

La presente monografía reúne información sumamente importante ya que nos da a conocer el nuevo auge de la tecnología, como lo es la más llamada cuarta revolución industrial y el Internet de las Cosas.

El internet de las cosas es consecuencia de este avance tecnológico superando la barrera entre los objetos en el mundo físico y su representación en los sistemas de información. Está recibirá y procesará una extensa información de todos siendo el nuevo oro mundial, la mina de los datos, lo cual implica una pérdida de la privacidad, poniendo en serios problemas gran parte de nuestra información personal es por eso por lo que aun el IoT no es bien visto en estos tiempos, pero es inevitable que el internet de las cosas pertenecerá a nuestro futuro ya que aporta muchas aplicaciones a nuestro diario vivir y mejora nuestra calidad de vida.

Las industrias tratan de brindar novedosos productos y servicios utilizando el internet de las cosas haciendo que más productivas sus organizaciones elevando la efectividad.

Es así como la sociedad de este siglo necesita el internet y las tecnologías para tener un mejor desarrollo en la sociedad como en la salud, en la educación, en el hogar como también en la seguridad.

ABSTRACT

The present monograph gathers extremely important information as it brings us to know the new technology boom, as is the most called fourth industrial revolution and the Internet of Things.

The internet of things is a consequence of this technological advance overcoming the barrier between objects in the physical world and their representation in information systems. This will receive and process an extensive information of all being the new world gold, the data mine, which implies a loss of privacy, putting in serious problems much of our personal information that is why even IoT does not. It is well seen in these times, but it is inevitable that the internet of things will belong to our future as it brings many applications to our daily lives and improves our quality of life.

Industries try to provide innovative products and services using the internet of things, making their organizations more productive, increasing effectiveness.

This is how the society of this century needs the internet and technologies to have a better development in society as in health, education, at home as well as security.

CONTENIDO

pág.

ABSTRACT.....	5
INTRODUCCIÓN.....	7
1. OBJETIVOS.....	8
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	8
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
2. EL INTERNET DE LAS COSAS.....	9
2.1 EL INTERNET DE LAS COSAS EN UN MUNDO CONECTADO DE OBJETOS INTELIGENTES.....	10
2.2 PANORAMA TECNOLÓGICO DEL INTERNET DE LAS COSAS.....	11
2.3 TÉRMINOS Y DEFINICIONES GENERALES.....	13
3. APLICACIONES DE LA IOT.....	17
3.1 CIUDADES INTELIGENTES COMO OPCIÓN PARA EL CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE.....	17
3.2 RELACIÓN INTERNET DE LAS COSAS Y CIUDADES INTELIGENTES.....	18
3.3 LA INDUSTRIA 4.0 OPTIMIZA LA CALIDAD Y PRECISIÓN EN EL SECTOR AGRÍCOLA.....	18
3.4 INTERNET DE LAS COSAS Y LA SALUD CENTRADA EN EL HOGAR.....	20
3.4.1 EL INTERNET EN LA SALUD.....	21
3.4.2 TECNOLOGÍAS DE IOT EN LA SALUD.....	22
3.4.3 ARQUITECTURAS COMUNES DE APLICACIÓN DE IOT EN LA SALUD.....	22
3.4.4 ESCENARIOS TÍPICOS DE APLICACIÓN DEL INTERNET DE LAS COSAS EN LA SALUD.....	23
3.4.5 CONCLUSIÓN DEL ARTICULO.....	25
3.5 APOYO AL ESTADO DEL ARTE DEL INTERNET DE LAS COSAS EN SALUD	25
3.5.1 INTERNET DE LA SALUD.....	26
3.5.2 TIPOS DE ARQUITECTURA DEL INTERNET DE LAS COSAS EN LA SALUD.....	27

3.5.3 INTERNET COOPERATIVA DE LAS COSAS PARA LA ATENCIÓN DE SALUD RURAL.....	32
3.5.4 CONCLUSIÓN DEL ARTICULO.....	34
3.6 SMART CITIES, IOT Y SALUD: RETOS DE INTERNET OF MEDICAL THINGS (IOMT).....	34
3.6.1 BIOSENSORES: EN CONTINUA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA.....	35
3.6.2 COMUNICACIONES: TECNOLOGÍAS ACTUALES Y DEL MAÑANA.....	36
3.6.3 CONCLUSIÓN DEL ARTICULO.....	38
3.7 INTERNET DE LAS COSAS EN LAS INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR.....	38
3.7.1 RELACIONES ENTRE IOT Y LAS IES.....	39
3.7.2 CONCLUSIÓN DEL ARTICULO.....	42
3.8 INTERNET DE LAS COSAS HACIA UNA EDUCACIÓN INTELIGENTE.....	43
3.8.1 INTERNET DE LAS COSAS (IOT).....	44
3.8.2 IOT Y EDUCACIÓN.....	45
3.8.3 CONCLUSIÓN DEL ARTICULO.....	46
3.9 INTERNET DE LAS COSAS Y HERRAMIENTAS DE SOFTWARE LIBRE APLICADAS A LA EDUCACIÓN.....	47
3.9.1 ANTECEDENTES Y TRABAJOS RELACIONADOS.....	47
3.9.2 HERRAMIENTAS DE SOFTWARE LIBRE.....	48
3.9.3 CONCLUSIÓN DEL ARTICULO.....	50
4. TECNOLOGIA 4.0.....	51
4.1 INDUSTRIA 4.0: LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DE LA INDUSTRIA.....	52
4.1.1 LOS PILARES DE LA INTELIGENCIA EN INDUSTRIA 4.0.....	52
4.1.2 TECNOLOGÍAS BÁSICAS EN QUE SE SUSTENTA LA INDUSTRIA 4.0..	56
5. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA INDUSTRIA 4.0.....	58
5.1 VENTAJAS.....	58
5.2 DESVENTAJAS.....	59
CONCLUSIONES GENERALES.....	60
BIBLIOGRAFIA.....	61

LISTA DE IMÁGENES

Figura 1. Escenarios de aplicación de IoT en la Salud en el hogar.....	21
Figura 2. Redes de área corporal.....	23
Figura 3. Salud centrada en el hogar.....	24
Figura 4. Arquitectura de transferencia basada en SMS.....	27
Figura 5. Arquitectura de transferencia basada en 3G/GPRS.....	28
Figura 6. Arquitectura de transferencia basada en Wi-Fi / ADSL.....	29
Figura 7. Arquitectura de transferencia basada en Wi-Fi / ADSL.....	30
Figura 8. Reacción de medicamentos.....	33
Figura 9. Proceso atención médica.....	33
Figura 10. Representación esquemática de redes HetNet.....	37
Figura 11. Tridente educativo.....	45
Figura 12. Plataforma de enseñanza-aprendizaje.....	46
Figura 13. Estructura física del prototipo.....	49
Figura 14. Imagen real del prototipo.....	50
Figura 15. Evolución de las industrias.....	52
Figura 16. El producto inteligente.....	53
Figura 17. El servicio inteligente.....	54
Figura 18. La cadena de suministro conectada.....	55

INTRODUCCIÓN

El origen del internet ha producido diversos cambios en varios aspectos de la sociedad tanto en la forma de comunicarnos y relacionarnos como repercusión en las empresas y la economía en general.

Este impacto ocasiono la generación de nuevas tecnologías por lo que tuvieron que innovar el uso de dispositivos y la prestación de nuevos servicios relacionados al área del entretenimiento, comunicaciones, seguridad, etc.

Con el desarrollo constante de la tecnología y la evolución de los dispositivos electrónicos a través del tiempo culminó con la aparición del internet de las cosas.

El internet de las cosas (IoT) trata de comunicar los diversos dispositivos existentes con una red de internet, logrando en sí, cierta independencia de muchos de estos dispositivos. Esta posibilidad de interconexión nos lleva a formular el concepto de ciudades inteligentes, la cual busca en un principio en una perspectiva general todas las necesidades de una ciudad.

La gran cantidad de aplicaciones generadas del internet de las cosas ha tenido impactos con en el área de salud, transporte, en el campo medioambiental (uno de los sectores más beneficiados) y muchos casos diversos aplicados a la industria.

Sin duda el futuro tiene una visión de una sociedad interconectada procesando una inmensa cantidad de datos infinitos la cual facilitara la vida de las personas.

Con esta monografía se pretende identificar los diversos estudios y aplicaciones de la implementación de la IoT en tres sectores específicos, que son la salud, la agroindustria y la educación y a su vez ver cuál ha sido su aporte en la industria 4.0.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una monografía introductoria en los sistemas de IoT con énfasis en las aplicaciones de los sectores de la educación, la agroindustria y la salud.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar los elementos de la literatura básica de los sistemas IoT
- Recopilar y clasificar información del estado actual de las aplicaciones de la IoT con el enfoque en las áreas de la Salud, la educación y la agroindustria.
- Analizar las ventajas y desventajas de los sistemas IoT en la industria 4.0.
- Redactar la monografía con la información detallada, clasificada y verificada.

2. EL INTERNET DE LAS COSAS

El internet de las cosas se refiere a la interconexión digital de una variedad de objetos cotidianos, la idea fundamental es que todos los elementos se conecten a Internet, como refrigeradores, lámparas, cerraduras, accesorios de vestir, partes del automóvil, implantes cardíacos, entre otros. El objetivo es facilitar el manejo de todos estos dispositivos, ya sea entre ellos o con personas, consolidándose como una automatización en los diversos campos y áreas del quehacer humano.

El objetivo de IoT es brindar un valor agregado que permita una convergencia de diferentes tecnologías, para generar soluciones que integren diferentes características y logrando un mayor control sobre las cosas. Una de las principales razones para el desarrollo de IoT es la constante interacción que el usuario busca con la tecnología, con la visión de ir más allá de los escenarios móviles y evolucionar a la conexión e incorporación de la inteligencia en las cosas (Ren Duan, 2011) (Spring, 215).

El nuevo ámbito tecnológico estará alejado de un escritorio, IoT permite que cada objeto se encuentre en una red, en otras palabras, la idea general es que los objetos tengan la posibilidad de conectarse a una red para comunicarse con otros dispositivos y de esta manera poder cumplir con los diferentes proyecciones que se tienen hacia un entorno automatizado (Jayavardhana Gubbi a, 2013).

Así, a través de diversos protocolos y aplicaciones, en un futuro no muy lejano habrá más dispositivos conectados al ciber espacio o a la nube que personas con vida. Teniendo en cuenta como ejemplo que cada persona se encuentra rodeada de al menos unos cien objetos.

Algunas de las empresas pioneras a nivel mundial en el tema IoT son Google, Nidia, Panasonic, Huawei, IBM, entre otras. Estas calculan que para el año 2020 existirán por lo menos entre 26.000 y 30.000 millones objetos conectados a internet en todo el mundo y por supuesto integrando las aplicaciones que el internet de las cosas brindará (Saint, 2015).

El IoT permite estimular un desarrollo económico y social, ampliando los servicios que se puedan prestar mediante la masificación y desarrollo de la tecnología. El uso de nuevas tecnologías facilita los procesos de comunicación dentro de la sociedad, por lo cual se resalta la importancia de estudiar, analizar y plantear posibles oportunidades de desarrollo que generen la posibilidad de establecer nuevas ideas de negocios (Porkodi, 2014).

El potencial de IoT en el sector económico es amplio, hasta el punto de lograr generar a nivel mundial un impacto económico entre \$2.7 y \$6.2 trillones de dólares estimados para el 2015 (Saint, 2015). Estas cifras representan la oportunidad de un desarrollo tecnológico bastante sofisticado, que garantice la mejora en la calidad de vida de las personas, sin embargo, genera algunas complicaciones o fallos entre los cuales se nombran: seguridad frente a la vulnerabilidad en las redes, falta de innovación y el sedentarismo en la vida de las personas (Heng Li, 2011).

Es ahora cuando es necesario aprovechar de una manera óptima la nueva tendencia del internet de las cosas, para encontrar fortalezas que busquen conocer los requisitos de una automatización del entorno, garantizando una mejora en la calidad de vida frente a un mundo tecnológico que ya empieza de manera exponencial a difundirse a nivel mundial (Stefan Nastic, 2014).

El IoT pretende conectar todo dispositivo que cuente con una conexión a internet, en todo momento y en todo lugar, mediante dispositivos sensores tales como RFID (Radio Frequency Identification) con el fin de lograr el reconocimiento inteligente y gestión de red (CÉSAR ANDRÉS GAVIRIA CUEVAS, 2014).

2.1 EL INTERNET DE LAS COSAS EN UN MUNDO CONECTADO DE OBJETOS INTELIGENTES

Son variados los conceptos que se encuentran en la web sobre lo qué es el Internet de las cosas o “Internet of Things” (IoT siglas en inglés), pero este término que, para ser comprendido con todo su auge y alcance, es necesario diferenciarlo entre teorías y transformarlo en realidades y acciones concretas. Por ejemplo, ¿se imagina que un frigorífico le avise la fecha de caducidad de los productos que compre? O ¿que los zapatos deportivos que utilice para correr registren en la nube las estadísticas de su actividad deportiva semanal? Estos cuestionamientos son algunas de las aplicaciones del Internet de las cosas que no es más que una revolución en las relaciones entre los objetos y las personas, puesto que estas “cosas” estarán conectadas entre ellas y con la red de Internet, de manera que transmitirán datos en tiempo real.

El IoT potencia objetos que antiguamente se conectaban mediante circuito cerrado, como comunicadores, cámaras, sensores, permitiendo comunicarse globalmente mediante el uso de la red de redes con la clave de operación remota. Es decir, cada uno de los objetos conectados tiene una IP específica y, gracias a ello, puede ser accedido para recibir instrucciones, así como también se puede conectar con un servidor externo y enviar los datos que recoja. De manera que, esas conexiones se transformen en data que puede ser procesada, punto en donde también converge el concepto de Big Data.

Debido al sistema RFID (siglas de radio Frequency Identification, es decir, “identificación por radiofrecuencia”), al integrar un chip de pocos milímetros en cualquier objeto del hogar, del trabajo o de la ciudad, se podrá procesar y transmitir información constantemente. Las investigaciones arrojan que, en menos de tres años, en el 2020 entre 22.000 y 50.000 millones de dispositivos se conectarán a Internet, con el fin de proporcionar a los ciudadanos una serie de servicios y aplicaciones inteligentes sin precedentes.

Según Hans Vestberg, CEO de la compañía Sony Ericsson, el impacto y los beneficios del Internet de las cosas serán considerables: “Si una persona se conecta a la red, le cambia la vida. Pero si todas las cosas y objetos se conectan, es el mundo el que cambia”. El Internet de las cosas es uno de los grandes pasos hacia la completa digitalización del mundo físico y es un cambio que tenemos más cerca de lo que imaginamos.

2.2 PANORAMA TECNOLÓGICO DEL INTERNET DE LAS COSAS

El Internet de las cosas ya está en nuestras vidas, en la actualidad existen más de 10 millones de dispositivos, aunque Los estudios dicen que en el 2020 nuestro universo digital (datos e información almacenada) aumentará hasta 44 veces con respecto al 2009, según datos de la consultora Gartner¹.

Es el sector privado donde esta tendencia se está haciendo más popular:

- Sector industrial: donde encontramos maquinaria que se encarga de controlar los procesos de fabricación, la temperatura, el control de producción, etc. Todo conectado a Internet.
- Sector urbano: control de semáforos, de puentes, de vías de tren, etc. Cada vez más ciudades utilizan el Internet de las Cosas con el que pueden monitorizar el funcionamiento de sus estructuras, así como añadir variaciones ante nuevos eventos.
- Sector ambiental: con el Internet de las Cosas se permite acceder a información de sensores atmosféricos o meteorológicos.
- Sector sanitario: clínicas y hospitales confían cada vez más en esta tendencia que permite monitorizar a los pacientes sin ser invasivos.

Tendencias tecnológicas del Internet de las Cosas

Un estudio de la consultora Gartner muestra las tendencias tecnológicas del Internet de las Cosas que impulsarán la innovación empresarial digital desde 2018 y hasta 2023. Las empresas no pueden perderse estas oportunidades durante la próxima década.

El vicepresidente de investigación de Gartner dijo Nick Jones en una entrevista que «Los CIO que dominan las tendencias innovadoras de IOT tienen la oportunidad de liderar la innovación digital en sus negocios». Veamos qué tendencias destaca esta empresa consultora².

Inteligencia Artificial

Gartner pronostica que 25 mil millones de «cosas» estarán conectadas para 2021, produciendo un gran volumen de datos. La inteligencia artificial se aplicará a una amplia gama de información del IoT, incluyendo video, imágenes, voz, actividad de tráfico de red y datos de sensores. El panorama tecnológico para la IA es complejo y seguirá siéndolo hasta el 2023, donde tendrán lugar muchos proveedores de IT. A pesar de esta complejidad,

¹ El futuro del Internet de las Cosas, Disponible en: <http://blogunisono.com/2017/07/el-futuro-del-internet-de-las-cosas/>

² Las tendencias del Internet de las Cosas que impulsarán la innovación empresarial, Disponible en: <https://www.iebschool.com/blog/preparados-para-el-internet-de-las-cosas-tecnologia/>

será posible lograr buenos resultados con la Inteligencia Artificial en una amplia gama de situaciones de IoT. Como resultado, los CIO deben crear una organización con las herramientas y habilidades para explotar la IA en su estrategia de IoT.

IoT legal y ético

A medida que el IoT crece, también lo harán los problemas sociales, legales y éticos. Estos incluyen la propiedad de los datos y temas relacionados con la privacidad, el sesgo algorítmico y la Protección de Datos. Jones afirma que «los CIO tendrán que educarse a sí mismos y a su personal y considerar la formación en grupos como consejos de ética para revisar la estrategia corporativa»

Compra y venta de datos de IoT

Para 2023, la compra y venta de datos de IoT se convertirá en una parte esencial de muchos sistemas de IoT. Los CIO deben educar a sus organizaciones sobre los riesgos y oportunidades relacionados con el intercambio de datos para establecer las políticas de IT requeridas en esta área y para asesorar a otras partes de la organización.

Gobernanza de IoT

A medida que el Internet de las Cosas se expande, la necesidad de un marco de gobierno que garantice un comportamiento adecuado en la creación, almacenamiento, uso y eliminación de información relacionada con los proyectos de IoT será cada vez más importante. El gobierno abarca desde tareas técnicas simples, como auditorías de dispositivos y actualizaciones de firmware, hasta problemas más complejos, como el control de los dispositivos y el uso de la información que generan. Los CIO deben asumir el rol de educar a sus organizaciones sobre temas de gobernabilidad y, en algunos casos, invertir en personal y tecnologías para abordar la gobernabilidad.

Nuevas tecnologías de redes inalámbricas para IoT

La red IoT implica equilibrar un conjunto de requisitos de la competencia, como el costo del punto final, el consumo de energía, el ancho de banda, la latencia, la densidad de conexión, el costo de operación, la calidad del servicio y el rango. Ninguna tecnología de red única optimiza todo esto y las nuevas tecnologías de red IoT brindarán a los CIO opciones y flexibilidad adicionales. En particular, deberían explorar 5G, la próxima generación de satélites en órbita terrestre baja, y redes de retrodispersión.

Nuevas experiencias de usuario de IoT

La experiencia de usuario de IoT (UX) cubre una amplia gama de tecnologías y técnicas de diseño. Se basará en cuatro factores: nuevos sensores, algoritmos, arquitecturas de experiencias y de conciencia social. Con un número creciente de interacciones que ocurren con cosas que no tienen pantallas y teclados, los diseñadores de UX de las organizaciones

deberán usar nuevas tecnologías y adoptar nuevas perspectivas si desean crear un UX superior que reduzca la fricción, bloques en los usuarios y fomenta el uso y la retención.

2.3 TÉRMINOS Y DEFINICIONES GENERALES

Internet de las cosas (IoT): Infraestructura mundial al servicio de la sociedad de la información que propicia la prestación de servicios avanzados mediante la interconexión (física y virtual) de las cosas gracias al inter funcionamiento de tecnologías de la información y la comunicación (existentes y en evolución). (UIT-T Y.2060, 2012)

Cosa: En Internet de las cosas se trata de un objeto del mundo físico (cosas físicas) o del mundo de información (cosas virtuales) capaz de ser identificado e integrado en las redes de comunicaciones. (UIT-T Y.2060, 2012)

Información: Es un conjunto de mecanismos que permiten al individuo retomar los datos de su ambiente y estructurarlos de una manera determinada, de modo que le sirvan como guía de su acción.

Transmisión: Transporte de información entre puntos distantes. (Transmisión Wikitel, 2016)

Comunicación: Es el proceso mediante el cual transmitimos y recibimos datos, ideas, opiniones y actitudes para lograr comprensión y acción. (Kustra, 2016)

Datos: Los datos son toda aquella información que representa algún parámetro físico. En las tecnologías de la información y las comunicaciones se utiliza el concepto de datos para distinguirlo de informaciones como la voz, el audio, las imágenes o el vídeo. Con la digitalización esta frontera se ha borrado y toda información descrita por medio de bits se puede considerar datos. (Datos Wikitel, 2016)

Interfaz: Es un dispositivo que permite comunicar dos sistemas que no hablan el mismo lenguaje. (Velasco Santos, Sánchez Guerrero , Laureano Cruces, & Mora Torres, 2009)

Código: Es un conjunto de signos sistematizado junto con unas reglas que permiten utilizarlos. El código permite al emisor elaborar el mensaje y al receptor interpretarlo. El emisor y el receptor deben utilizar el mismo código. (neuronas, 2014)

Ancho de banda: El ancho de banda se define como la cantidad de información que puede fluir a través de una conexión de red en un período dado. (A, 2014)

Red: Conjunto de equipos y dispositivos periféricos conectados entre sí. Se debe tener en cuenta que la red más pequeña posible está conformada por dos equipos conectados. (Comunicación, 2016)

Sistema: Grupo de dispositivos regularmente interactivos o interdependientes que forman en su conjunto una tecnología unificada. (M.1224-1, 2012)

Red móvil: Son redes en las que el teléfono o equipo del usuario puede moverse con libertad en la zona cubierta por dicha red incluso mientras mantiene una conversación o una conexión de datos. (Temas tecnológicos, 2016)

Bit: La unidad mínima de información es el bit, puesto que únicamente puede adquirir dos valores distintos (“uno” y “cero”, según la forma de representación típica). Menor información, es decir, distinguir entre dos estados o posibilidades distintas, es imposible. Por consiguiente, la cantidad de información se puede medir en bits. Igualmente, la velocidad de transmisión de información se puede medir en bits por segundo. (Bit Wikitel, 2016)

Micro controlador: Es un circuito integrado que en su interior contiene una unidad central de procesamiento (CPU), unidades de memoria (RAM y ROM), puertos de entrada y salida y periféricos. Estas partes están interconectadas dentro del microcontrolador, y en conjunto forman lo que se le conoce como microcomputadora. Se puede decir con toda propiedad que un microcontrolador es una microcomputadora completa encapsulada en un circuito integrado. (ELECTRONICA ESTUDIO, 2016)

Protocolo: es un sistema de reglas que permiten que dos o más entidades de un sistema de comunicación se comuniquen entre ellas para transmitir información por medio de cualquier tipo de variación de una magnitud física. Define la sintaxis, semántica y sincronización de la comunicación, así como también los posibles métodos de recuperación de errores. Es posible implementarlos en hardware, en software, o por una combinación de ambos. (UIT-T Y.2060, 2012)

Estándar: Los estándares son descripciones técnicas detalladas, elaboradas con el fin de garantizar la interoperabilidad entre elementos construidos independientemente, así como la capacidad de replicar un mismo elemento de manera sistemática. (Estándar Wikitel, 2016)

IPv6: es la versión 6 del Protocolo de Internet (IP por sus siglas en inglés, Internet Protocol), es el encargado de dirigir y encaminar los paquetes en la red, fue diseñado en los años 70 con el objetivo de interconectar redes. (Valdés, 2007)

6LoWPAN: es un estándar que posibilita el uso de IPv6 sobre redes basadas en el estándar IEEE 802.15.4. Hace posible que dispositivos como los nodos de una red inalámbrica puedan comunicarse directamente con otros dispositivos IP. (Olsson, 2014)

Web: es un vocablo inglés que significa “red” (THE FREE DICTIONARY, 2016)

CHIP: es una estructura de pequeñas dimensiones de material semiconductor que realiza varias funciones en los ordenadores y dispositivos electrónicos. (wordreference, 2016)

Firmware: es un sistema que se desarrolla para establecer un “Firme” lazo entre el Hardware y el Software, de ahí proviene su denominación, la cual fue empleada por primera vez en los años 60 para señalar a un conjunto de normas insertado en una tarjeta electrónica para que un aparato más grande ejecutará una función automática. Si bien es

cierto que el Firmware es creado desde un código fuente que se escribe a través de un software, este tiene una relación más física que cualquier programa pueda ejercer sobre un equipo. (concepto definición, 2015)

Router: Es un dispositivo de red que permite el enrutamiento de paquetes entre redes independientes. Este enrutamiento se realiza de acuerdo con un conjunto de reglas que forman la tabla de enrutamiento. Es un dispositivo que opera en la capa 3 del modelo OSI. (CCM, 2016)

Internet: Red informática de comunicación internacional que permite el intercambio de todo tipo de información entre sus usuarios, Es una red de redes que permite la interconexión descentralizada de computadoras a través de un conjunto de protocolos denominado TCP/IP. (Wordreference, 2016)

Recursos: En una empresa, se denominan recursos, a las personas, maquinarias, tecnología, dinero, que se emplean como medios para lograr los objetivos de la entidad (recursos humanos, tecnológicos o financieros). (De Conceptos, 2016)

Necesidad: aquella sensación de carencia, propias de los seres humanos y que se encuentran estrechamente unidas a un deseo de satisfacción de estas. (Definición SWITCABC, 2016)

Lineamiento: es una tendencia, una dirección o un rasgo característico de algo. (Porto, 2008)

Switch: se utilizan para conectar varios dispositivos a través de la misma red dentro de un edificio u oficina. Por ejemplo, un switch puede conectar sus computadoras, impresoras y servidores, creando una red de recursos compartidos. El switch actuaría de controlador, permitiendo a los diferentes dispositivos compartir información y comunicarse entre sí. Mediante el uso compartido de información y la asignación de recursos, los switches permiten ahorrar dinero y aumentar la productividad. (CISCO, 2016)

IEEE: Creado en Nueva York en 1884, es una asociación internacional sin ánimo de lucro con sede principal en la ciudad de Piscataway en los Estados Unidos y subsedes en más de 190 países del mundo, con alrededor de 370.000 miembros, entre profesionales y estudiantes de ingeniería, diseño, derecho, administración, medicina, biología, diseño y ciencias afines. (IEEE, 2016)

Big data: macro datos o datos masivos es un concepto que hace referencia al almacenamiento de grandes cantidades de datos y a los procedimientos usados para encontrar patrones repetitivos dentro de esos datos. El fenómeno del big data también se denomina a veces datos a gran escala (Fragoso, Ricardo Barranco, 2012)

Sensor: Dispositivo electrónico que detecta una condición física o un componente químico y entrega una señal electrónica proporcional a la característica observada. (UIT-T Y.2221, 2010).

WiFi: es una tecnología de comunicación inalámbrica que permite conectar a internet equipos electrónicos, como computadoras, tablets, smartphones o celulares, etc., mediante el uso de radiofrecuencias o infrarrojos para la transmisión de la información. (Significados.com, 2019).

Tecnología: Se conoce como tecnología a un producto o solución conformado por un conjunto de instrumentos, métodos y técnicas diseñados para resolver un problema. (Significados.com, 2019).

Aplicaciones: una aplicación es un programa informático diseñado como herramienta para permitir a un usuario realizar uno o diversos tipos de tareas. (Wordreference, 2016)

Software: es un término informático que hace referencia a un programa o conjunto de programas de cómputo, así como datos, procedimientos y pautas que permiten realizar distintas tareas en un sistema informático. (Significados.com, 2019).

3. APLICACIONES DE LA IOT

3.1 CIUDADES INTELIGENTES COMO OPCIÓN PARA EL CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE

Se conoce como una Ciudad inteligente aquella que usa tecnología de la información y las comunicaciones con el fin de gestionar sabiamente sus recursos naturales, fomentar una economía sostenible, ofreciendo servicios públicos más interactivos y eficientes, es una ciudad comprometida con su entorno desde el punto de vista ambiental, en el desarrollo social y económico como en los elementos culturales e Históricos es crea la necesidad de pensar prioritariamente en modelos de desarrollo que organicen los procesos dentro de las ciudades, por medio de sistemas que promuevan el uso eficiente de los recursos, además, potencialicen la actividad económica y promuevan el desarrollo social.

Fernández Güell, J. M. (2015) define las ciudades inteligentes “Un modelo urbano basado en la tecnología, que permitiría afrontar los grandes retos que comenzaban a preocupar a las ciudades de nuestro planeta: mejorar la eficiencia energética, disminuir las emisiones contaminantes reconducir el cambio climático”³.

El concepto de ciudades inteligente ha sido concebido como parte de la solución de la problemática que se está prestando en las ciudades donde la población cada vez es más densa y que afrontan problemas de gestión de los recursos, provisión de servicios públicos, gestión de la información, la movilidad urbana, Eficiencia energética, Polución y residuos urbanos, según estudio expuesto por (Telefónica, F. (2011) “El siglo XXI está llamado a ser el siglo de las ciudades. Ya en julio de 2007 la población urbana sobrepasó a la población rural en el mundo. Además, se prevé que esta proporción se incremente notablemente en los próximos años, hasta el punto de que, según algunas previsiones, en el año 2050 prácticamente el 70% de la población mundial se haga urbana y muchas de las ciudades cuenten con más de 10 millones de habitantes. Para hacerse una idea de la gran actividad que se desarrolla en las ciudades, se estima que, en la actualidad, las ciudades consumen el 75% de los recursos y de la energía mundial y que generan el 80% de los gases responsables del efecto invernadero, ocupando tan sólo el 2% del territorio mundial”⁴.

EL objetivo de las ciudades inteligente es a través de las tecnologías de información y comunicaciones (TIC) que permita maximizar la economía, la sociedad, el entorno y el bienestar de las ciudades aprovechando al máximo los presupuestos públicos y para lograrlo requieren de innovación dado que interviene múltiple agentes y procesos.

³ FERNÁNDEZ Güell, J. M. (2015). Ciudades Inteligentes: La mitificación de las nuevas tecnologías como respuesta a los retos de las ciudades contemporáneas. Economía Industrial, (395), 17-28.

⁴ FERNÁNDEZ Güell, J. M. (2015). Ciudades Inteligentes: La mitificación de las nuevas tecnologías como respuesta a los retos de las ciudades contemporáneas. Economía Industrial, (395), 17-28.

Según definición (Telefónica, F. (2011)) “Es un espacio urbano con infraestructuras, redes y plataformas inteligentes, con millones de sensores y actuadores, dentro de los que hay que incluir también a las personas y a sus teléfonos móviles. Un espacio que es capaz de escuchar y de comprender lo que está pasando en la ciudad y ello permite tomar mejores decisiones y proporcionar la información y los servicios adecuados a sus habitantes”⁵.

3.2 RELACIÓN INTERNET DE LAS COSAS Y CIUDADES INTELIGENTES

Una ciudad inteligente es un marco predominantemente compuesto por Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), para desarrollar, implementar y promover prácticas de desarrollo sostenible para abordar los crecientes desafíos de la urbanización. Una gran parte de este marco de TIC es esencialmente una red inteligente de máquinas y objetos conectados que transmiten datos utilizando la tecnología inalámbrica y la nube. Las aplicaciones del IoT basadas en la nube reciben, analizan y gestionan datos en tiempo real para ayudar a los municipios, las empresas y los ciudadanos a tomar mejores decisiones, al instante, que mejoran la calidad de vida.

Si buscamos agrupar todos campos de aplicación del IoT en los entornos citadinos se llega al término de Ciudades Inteligentes, en las cuales la información puede recopilarse y utilizarse de forma automática e “inteligente”. Algunos ejemplos pueden ser:

- **Infraestructura:** Temas como el alumbrado público para lograr el ahorro energético; el control del tránsito vehicular indicando vías congestionadas y vías alterna; información de estacionamientos disponibles para optimizar recorridos y descongestionar sectores.; entre otros.
- **Seguridad:** El aumento de la población influye directamente en los aspectos de seguridad. Se trata de conectar los videos de vigilancia con más fuentes de información con los que se pretende no solo controlar la seguridad en las calles sino para prevenir y asistir en los accidentes y cualquier tipo de emergencia.
- **Servicios a la población:** La interacción constante de la población con la información permite involucrarlos y despierta la necesidad de innovación.

3.3 LA INDUSTRIA 4.0 OPTIMIZA LA CALIDAD Y PRECISIÓN EN EL SECTOR AGRÍCOLA

El Internet of Things o IoT (por sus siglas en inglés), está transformando el desarrollo, procesos y la forma de funcionar en las industrias, entre las que se encuentra la agricultura. De hecho, esta última ya lidera el mercado mundial en adopción de este tipo de tecnología, con cerca de 60% de la inversión realizada en la materia, según cifras de la consultora IDC.

⁵ TELEFÓNICA, F. (2011). Smart Cities: un primer paso hacia la Internet de las Cosas. Fundación Telefónica.

Desde tractores autónomos hasta sensores para medir humedad y reconocer plagas, los procesos automatizados y los dispositivos de IoT han permitido una producción más eficiente y con menor riesgo ¿A qué se debe esto? A que este tipo de plataformas permiten ahorros de hasta 30% en costos relacionados con la supervisión y recolección de los productos. Estas nuevas tecnologías permiten conocer a fondo cada cultivo generando un mejor uso de insumos como el fertilizante, agua y plaguicidas.

Aplicaciones, software, drones, vigilancia a distancia, además de conceptos como Big Data, Internet of Things, entre otros, ya son utilizados en la agroindustria permitiendo que se cosechen productos de mejor calidad y que las hectáreas de cultivo sean más productivas.

La llamada Cuarta Revolución Industrial o transformación digital ya impacta para bien al sector agrícola. Los especialistas señalan que gracias a los nuevos avances tecnológicos es posible desarrollar una agricultura de alta precisión y calidad. Así, conceptos como Big Data e Internet de las Cosas (IoT, por sus siglas en inglés), así como el uso de drones, entre otros softwares ya son comunes en el quehacer agroindustrial.

Al respecto, Freddy Cerdán, director ejecutivo del Centro de Investigación y Emprendimientos para el Desarrollo Integral - La Libertad, afirma que la tecnología en la agroindustria está relativamente avanzada. “La gran empresa sí invierte en tecnología, pero la mediana y pequeña solo lo hace en función a cómo le va económicamente en la campaña agrícola”.

Asimismo, advierte que innovar tecnológicamente le sirve a la pequeña y mediana empresa para agilizar o disminuir los tiempos de cosecha, así como conseguir más calidad en sus productos. “Actualmente los avances más usados en la agroindustria para la pymes son la tecnificación del riego y el software. La primera es necesaria porque ayuda a que el riego se vuelva más eficiente, especialmente en la costa peruana donde existe un déficit de agua, mientras que el segundo es básico para tecnificar lo que antes se hacía manualmente. Por ejemplo, manipular el sistema de riego desde una computadora”, explica. De otro lado, Cerdán explica que la inversión para tecnificar una hectárea de espárragos varía entre los US\$10.000 y US\$12.000, mientras que para el cultivo de paltas por hectárea el monto se encuentra en US\$17.000 aproximadamente.

En la actualidad según Moreni⁶, los recientes avances de innovación tecnológica para la agroindustria se agrupan bajo la denominación AgroTech, incluyendo: energías renovables y sustentables, mecanización y automatización (robótica, IoT, sistemas de irrigación), Big Data (procesamientos de datos a gran escala), precisión (drones, satélites), Animal e-Health (monitoreo, sensores), entre otros. “La tecnología se vuelve indispensable, llegando a generar una gran diferencia en el valor agregado ofrecido al cliente”, puntualiza Moreni. Rodrigo Pivetti, gerente de TSS para Latinoamérica de Alcatel Lucent Enterprise, asegura que los agricultores ya tienen en cuenta que la transformación digital es una respuesta a los grandes retos actuales del agronegocio. “Una tecnología que promueva la practicidad

⁶ Carolina Moreni, coordinadora del Centro de Innovación de la Cámara de Comercio de Lima (CCL)

facilitará la ejecución de tareas en las actividades diarias del campo, así como la posibilidad de planear el futuro, para optimizar la planificación y la precisión de la producción” dice.

Consultado por las tecnologías más populares en el sector agrícola, Rodrigo señala que algunos ejemplos destacados son los siguientes:

- **Aplicaciones:** Unas de las más significativas aplicaciones hoy en día son iRiego⁷ y Agronic⁸, que se desarrollaron para posibilitar y conocer las necesidades hídricas de los cultivos.
- **Software para el agro:** Los programas informáticos permiten un estudio exhaustivo del terreno a sembrar. Los datos obtenidos son incorporados al tractor o sembradora para que puedan llevar cabo una siembra precisa y de alto rendimiento.
- **Tecnología en la recolección:** Existen máquinas utilizadas en las vendimiadoras (recolectora de uvas) que permiten realizar los controles fitosanitarios, la poda y el abonado.
- **Sistema de riego por telemetría:** La telemetría es una técnica automatizada que permite recopilar y analizar datos que se generan remotamente. A través de esta tecnología se podría optimizar el uso del agua destinada a la actividad agrícola, calcular los tiempos de riego y distribuir de manera eficiente el recurso hídrico.

Como puede verse entonces, el uso de la tecnología es cada vez más relevante para el sector agroindustrial, para así hacerlo más productivo y preciso.

3.4 INTERNET DE LAS COSAS Y LA SALUD CENTRADA EN EL HOGAR

Este artículo fue desarrollado en 6 sesiones, escrito por 4 ingenieros, el primero Paul Sanmartín Mendoza⁹, Karen Ávila Hernández¹⁰, César Vilora Núñez¹¹, Daladier Jabba Molinares¹².

Publicación realizada en la revista salud norte en el 2016. Este artículo presenta una revisión del Internet de las cosas en el área de la salud, enfocándose en las soluciones que existen actualmente en la salud orientada al hogar. Como dice en el artículo el Internet de las cosas aplicado a la salud permitirá que muchas personas, independientemente de su clase social, utilicen los servicios que por medio del IoT se podrían ofrecer y que en

⁷ iRiego gestiona tus regadíos: <http://www.iriego.es/>

⁸ Sistemas Electrónicos Progres: <https://www.progres.es/es/programador-agronic2500>

⁹ Ingeniero de Sistemas, Ms.C. Docente investigador, Universidad Simón Bolívar. Barranquilla (Colombia).

¹⁰ Ingeniero de Sistemas, investigador, Universidad del Norte. Barranquilla (Colombia).

¹¹ Ingeniero Electrónico, Ms.C. Docente investigador, Universidad del Norte. Barranquilla (Colombia).

¹² Ingeniero de Sistemas Ph.D. Profesor asistente, Universidad del Norte. Barranquilla (Colombia).

muchos países ya se estén implementando. Teniendo en cuenta que en las próximas décadas el modelo de asistencia médica se transformará del presente hospital-céntrico que comúnmente conocemos a un modelo de salud totalmente centrado en el hogar, en el que se tendrá menor intensidad laboral y costo operacional.

3.4.1 EL INTERNET EN LA SALUD

En el artículo exponen “El Internet de las cosas aplicado en el área de la salud permitirá que muchas personas, independientemente de su clase social, utilicen los servicios que por medio del IoT se podrían ofrecer y que en muchos países ya se están ofertando. Servirá para llevar un control constante de nuestra salud, teniendo en cuenta que hay muchas enfermedades en las cuales síntomas son silenciosos y que un diagnóstico temprano permitiría la prevención y posibles soluciones a las enfermedades que pueden resultar mortales. Todo lo anterior suena muy conveniente, teniendo en cuenta que el sistema de salud a nivel mundial tiende a cambiar, centrándose en la atención en el hogar. En la figura 2 se presentan diferentes aplicaciones del IoT en la salud”.

Las diferentes soluciones/ aplicaciones del IoT en la salud pueden ser sectorizadas en los servicios de Telemedicina, Emergencia, Medicación, Redes sociales para la salud, salud en el hogar, paquetes farmacéuticos inteligentes, dispositivos biomédicos, como se muestra en la figura 1.

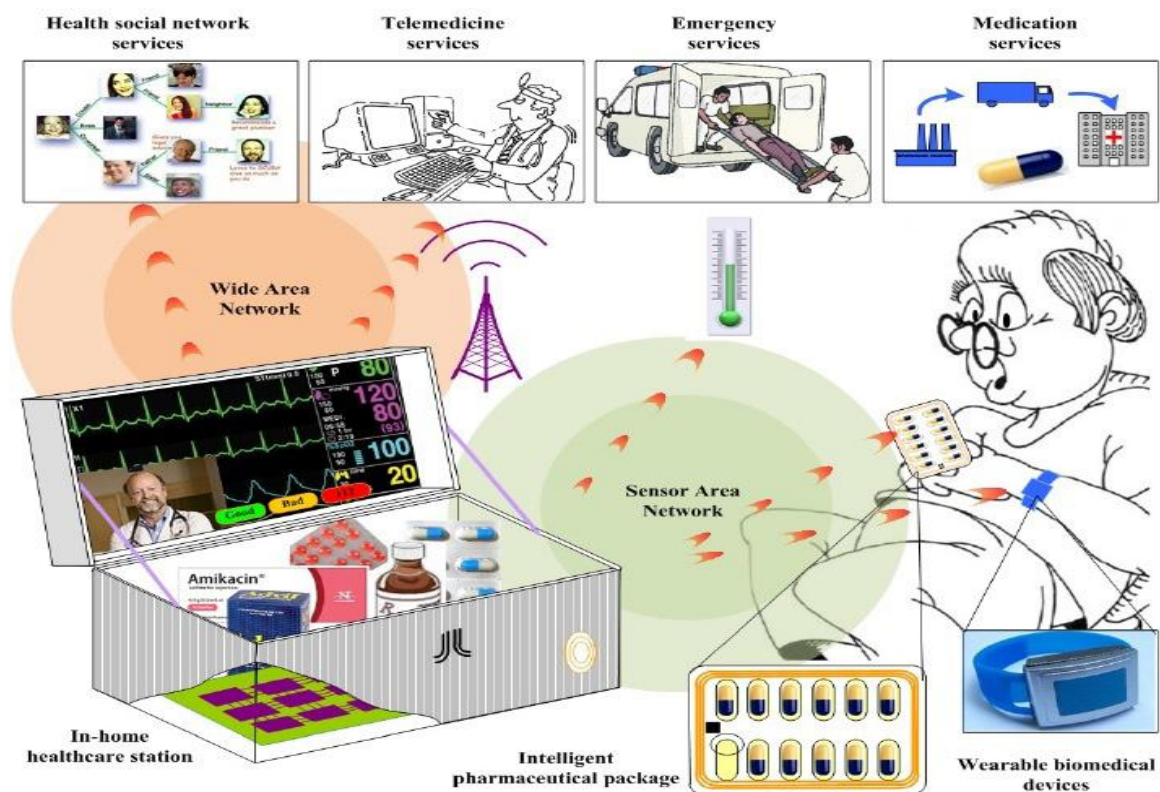


Figura 1. Escenarios de aplicación de IoT en la Salud en el hogar.

3.4.2 TECNOLOGÍAS DE IOT EN LA SALUD

Entre las características fundamentales que ofrece Internet de las cosas está el incremento de los nodos conectados entre sí, que al mismo tiempo se convierte en un gran reto para el desarrollo de nuevos protocolos de comunicación y actualización de topologías. Las redes de sensores (WSN, Wireless Sensor Network), cumplen muchos de los requisitos que propone la solución tecnológica de Internet de las cosas. Las WSN están conformadas por un conjunto de nodos esparcidos en un área determinada, comunicados de forma *ad-hoc* y pueden trabajar de modo cooperativo, esto permite que se incremente su aplicabilidad en casi todos los campos de la industria.

Las tecnologías inalámbricas para sistemas de censado biomédicos incluyen: red de área personal inalámbrica (WPAN), Wireless Body Area Network (WBAN), también llamadas redes sensores corporales (BSN) o simplemente redes de área corporal (BAN), redes cuerpo médico (mBan), red de área local inalámbrica (WLAN), Wi-Fi, WiMAX, ZigBee, Bluetooth, ANT, ultrawideband (UWB), E-textiles, conferencias web, cápsula endoscópica, implantables y sensores ingeribles, y electrónica epidérmicas, vendas inteligentes, aplicaciones de teléfonos inteligentes, identificación por radiofrecuencia (RFID), sistema de localización en tiempo real (RTLS), sistema de posicionamiento en interiores (IPS), entre otros.

3.4.3 ARQUITECTURAS COMUNES DE APLICACIÓN DE IOT EN LA SALUD

El IoT hace buen provecho de las tecnologías inalámbricas. Se presenta una arquitectura que sirve como banco de pruebas para aplicaciones sobre redes de área corporal (BAN) (ver figura 2) o redes de sensores de área corporal (WSAN), es una red diseñada con dispositivos (sensores) de baja potencia incorporados en el cuerpo, a través de los cuales se controlan los movimientos de este y sus parámetros vitales, y a su vez estos estarán conectados a una red inalámbrica para poder transmitir los datos a una estación base, y esos datos se envían en tiempo real al hospital y clínicas. Como se dijo, esta arquitectura se utiliza para implementar aplicaciones de prueba; muchas soluciones a nivel mundial que se basan en BAN usan arquitecturas similares a esta.

Después de lo todo lo expuesto anteriormente no es difícil darse cuenta de que la ubicuidad de la IoT casi que nos exige que la mayoría de los objetos cotidianos puedan ser accesible a través de las famosas direcciones IP (Internet Protocol). La IPV6 (IP versión 6) sobre redes de sensores de área personal 6LoWPAN (37) (IPv6 over Low power Wireless Personal Area Networks) es un protocolo que proporciona compatibilidad de IPv6 con las redes de sensores. Se presenta una arquitectura que integra *hardware* y *software*, basada en redes heterogéneas 6LoWPAN. Está motivada por la necesidad de la fusión de una red de área corporal y una red de control de medio ambiente, para aplicaciones de monitoreo de salud. La conectividad a Internet se añadió a través del uso de un enrutador de borde, y permite acceder a cada nodo directamente desde cualquier lugar en Internet.

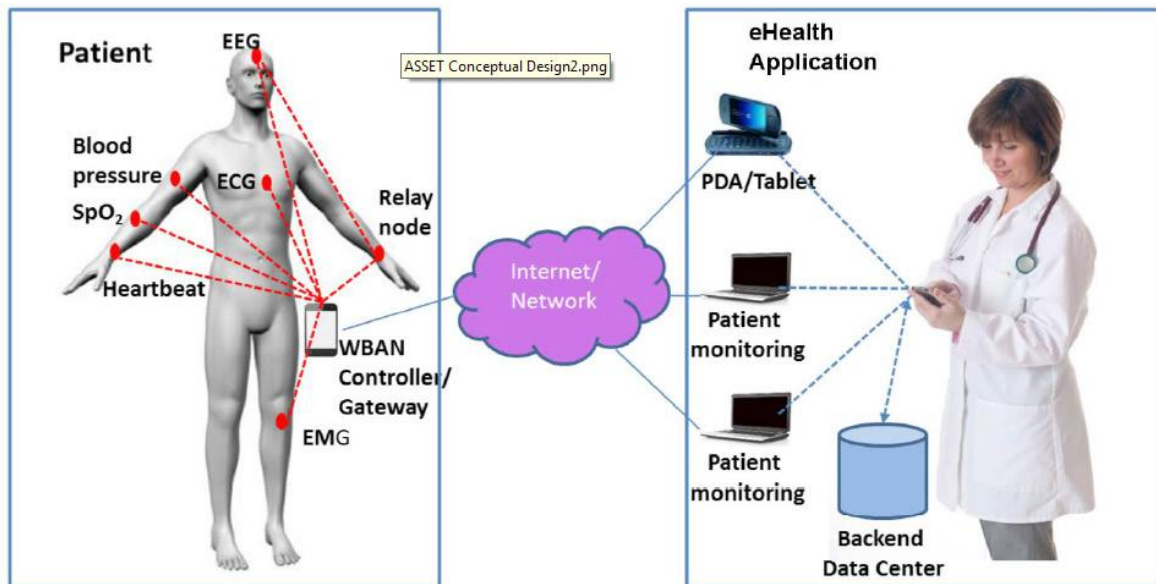


Figura 2. Redes de área corporal.

Fuente: Berhanu Y, Abie H, Hamdi M, editors. A testbed for adaptive security for IoT in eHealth. Proceedings of the International Workshop on Adaptive Security; 09/08/2013: ACM.

3.4.4 ESCENARIOS TÍPICOS DE APLICACIÓN DEL INTERNET DE LAS COSAS EN LA SALUD

Servicio de Emergencia Inteligente

Los servicios de emergencia (SE) también se unen a la evolución y el nuevo paradigma del servicio médico centrado en el paciente desde el hogar. El SE es sumamente importante, pues muchas vidas dependen de su buena y oportuna gestión; muchas veces la responsabilidad recae en el servicio prehospitalario y calidad del servicio médico de emergencia. Hasta el momento existen varias soluciones que ayudan a una oportuna gestión del servicio prehospitalario, a través de las tecnologías inalámbricas y utilización de IoT como base.

Ambulancias mejores equipadas para atender múltiples situaciones de emergencias han surgido durante las últimas décadas, pero, por otro lado, a través de la tecnología también el servicio de emergencia remoto; tan es así, que permite dotar de equipos muy sofisticados no solamente a ambulancia sino también la propia casa del paciente que es está siendo monitorizado y necesita dicho servicio.

Asistencia Médica en Hogares Inteligentes

La atención domiciliaria o en el hogar se ha convertido en la preferida por los pacientes de la tercera edad, por ende, dicha atención domiciliaria a distancia es una de las áreas con mayor crecimiento en el campo de la salud, Un ejemplo se encuentra en la figura 3.

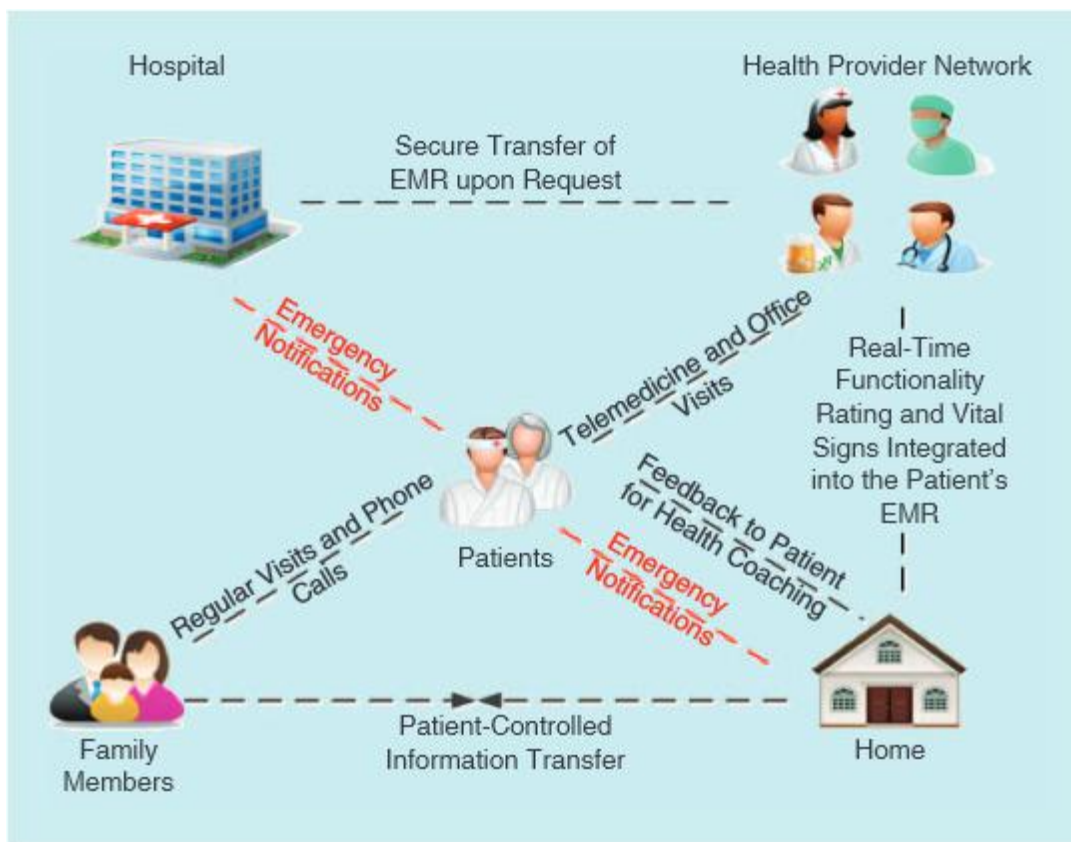


Figura 3. Salud centrada en el hogar.

Fuente: Islam SK, Dept. of Electr. Eng & Comput. Sci. UoT, Knoxville, TN, USA, Fathy A, Wang Y, Kuhn M, Mahfouz M. Hassle-Free Vitals: BioWireless for a Patient-Centric Health-Care Paradigm. Microwave Magazine, IEEE 2014;15(7):15-33 DOI: 10.1109 / MMM.2014.2356148

Gracias a esto, muchas aplicaciones cuyo objetivo sea, de una forma u otra el cuidado del paciente en el hogar se han desarrollado, implementado y evaluado. El principal objetivo de estos sistemas es tener un mejor control en la atención de la salud del paciente, lo cual puede reducir las visitas al hospital y posibilitar el mejoramiento de la calidad de vida¹³.

eBPlatform es un sistema de información basado en IoT¹⁴. Fue diseñado para la atención domiciliar de los pacientes con enfermedades no transmisibles en China. Fue utilizado un sensor denominado eBox, el cual puede ser desplegado en el hogar del paciente y permite el monitoreo constante de su presión arterial, azúcar en la sangre y señales de electrocardiograma. Los datos asociados a las mediciones son desplegados en un portal web en el cual los médicos pueden proporcionar un tratamiento en línea. eBPlatform fue probado mediante un caso de estudio en Beijing con 50 pacientes asociados. Según los

¹³ Lin C-H, Young S-T, Kuo T-S. A remote data access architecture for home-monitoring health-care applications. *Medical Engineering & Physics* 2007;29(2):199-204.

¹⁴ Yu L, Jianwei N, Lianjun Y, Lei S, editors. eBPlatform: An IoT-based system for NCD patients homecare in China. Global Communications Conference (GLOBECOM), IEEE; 2014 8-12 Dec. 2014.

autores, los resultados de la prueba muestran que la plataforma puede aumentar la eficiencia del médico debido a la comunicación constante con el paciente, logrando así un mayor control en el tratamiento propuesto.

Servicio de Medicación Inteligente

El éxito en el tratamiento de cualquier enfermedad depende en gran medida del cumplimiento al tomar la medicina prescrita en el momento adecuado. Factores asociados al paciente pueden llevar al incumplimiento en la toma de medicina, ya sea por factores psicológicos asociados con la ansiedad, motivación de recuperación, actitud hacia la enfermedad, o el olvido del horario en las personas de la tercera edad¹⁵.

Se diseñó e implementó una plataforma denominada iHomeHealth-IoT, la cual está conformada por una caja de medicina inteligente (iMedBox) y envases farmacéuticos inteligentes (iMedPack) con capacidades de comunicación por RFID. La plataforma es capaz de enviar una alerta al paciente visualizada en la caja inteligente indicando que la hora de la toma del medicamento ha pasado; además esta alerta se complementa con un mensaje de texto al médico a cargo¹⁶.

3.4.5 CONCLUSIÓN DEL ARTICULO

Este artículo presenta una revisión del Internet de las cosas en el área de la salud, centrándonos en las soluciones que existen actualmente en la salud orientada al hogar. Un porvenir muy prometedor se predice con la aparición de los dispositivos inteligentes portátiles, utilizando protocolos como el 6LoWPAN, que permitirá el desarrollo de muchas aplicaciones para la solución de problemas cotidianos en el sector salud y la rápida implementación del modelo de salud centrado en el hogar.

Esto refleja un amplio avance a nivel de tecnologías y arquitectura de redes basadas en IoT, que brindan soluciones específicas a problemas en el sector salud, especialmente en escenarios enfocados a la salud centrada en el hogar, lo cual permite el aprovechamiento al máximo de la tecnología IoT en esta área, muy comúnmente llamado Salud IoT. Lo anterior suena prometedor para la industria del sector salud y las TIC en general porque permite personalizar el servicio sanitario, y acelerar su evolución.

3.5 APOYO AL ESTADO DEL ARTE DEL INTERNET DE LAS COSAS EN SALUD

Este artículo fue escrito por 4 estudiantes del programa de Ingeniería de Sistemas y un tutor profesor e investigador del grupo de innovación tecnológica y salud. Los estudiantes fueron,

¹⁵ Zhibo P, Junzhe T, Qiang C, editors. Intelligent packaging and intelligent medicine box for medication management towards the Internet-of-Things. Advanced Communication Technology (ICACT), 2014 16th International Conference on; 16-19 Feb. 2014.

¹⁶Zhibo P, Junzhe T, Qiang C, editors. Intelligent packaging and intelligent medicine box for medication management towards the Internet-of-Things. Advanced Communication Technology (ICACT), 2014 16th International Conference on; 16-19 Feb. 2014.

Joseph Cera Cárdenas, Luis C. Martínez Otero, Julieth Rojas Blandón y Johanna Villaveces Santander, el tutor de apoyo Paul Sanmartín Mendoza.

Publicación realizada en la Revista I+D en TIC Volumen 6 – Número 1. pp. 14-25 Universidad Simón Bolívar, Barranquilla–Colombia. ISSN: 2216-1570. Este artículo es el resultado de una investigación formativa.

El IOT en el área de la salud permitirá detectar enfermedades que algunas veces no se pueden identificar fácilmente, entonces por medio de microchips en las personas se detectará cualquier anomalía y esta información será enviada por medio de diferentes dispositivos a la persona que está encargada del cuidado del paciente y esta podrá tener un mejor seguimiento y control del paciente.

En este documento se va a expresar el conocimiento adquirido del internet de las cosas dando en general como específico en el área de la salud. Se hablará brevemente de algunas de las arquitecturas del IOT en la salud basados en aplicaciones móviles; también se darán algunos ejemplos de aplicaciones actuales de IOT en la salud.

3.5.1 INTERNET DE LA SALUD

El internet de las cosas en el área de la salud servirá para llevar un control constante del funcionamiento del cuerpo humano, esto es muy útil debido a que hay muchas enfermedades en que los síntomas no son visibles, algunas otras en la que un diagnóstico temprano puede permitir hallar una cura o implementar un tratamiento que ayude a controlar o mitigar los síntomas y también sería útil para la prevención de las enfermedades silenciosas que pueden resultar ser mortales.

El internet de las cosas aplicado en el área de la salud permitirá que todos los seres humanos independientemente de su clase social, religión o forma de vida, puedan utilizarlo ya que será accesible.

En la actualidad hay muchos ejemplos de artefactos que hacen uso de internet de las cosas en el área de la salud, tales como:

- Una pegatina que se adhiere al pecho para evitar ataques al corazón, la cual se encarga de informar de cualquier anomalía o alteración en los latidos del corazón y/o de la presión arterial. Esta pegatina realiza un trabajo de monitoreo de la actividad del corazón y mide los niveles de fluidos que están en el pecho; cabe aclarar que, para el óptimo funcionamiento de la pegatina, esta se debe reemplazar semanalmente para que el seguimiento de resultados reales y el monitoreo se realice eficientemente por medio de WiFi.
- Se encontró en la empresa STAR Analytical Services, la cual pretende desarrollar una aplicación que analiza los datos de un paciente a través de su teléfono móvil. El sonido concreto de una tos puede facilitar que un médico de un diagnóstico de

forma remota desde un resfriado hasta una neumonía; Para ello, se compararía el sonido con una base de datos.

3.5.2 TIPOS DE ARQUITECTURA DEL INTERNET DE LAS COSAS EN LA SALUD

Para este documento se ha centrado en tres de las tecnologías disponibles para la transferencia de datos, en la comunicación móvil, SMS, GPRS y ADSL Wi-Fi.

Para especificar los tipos de arquitectura se tiene un usuario, este puede tener cualquier tipo de salud y cualquier dispositivo habilitado con Bluetooth, Wi-Fi, NFC, RFID u otro tipo de tecnología que permite el registro de datos y comunicación con un teléfono móvil o un PC. Partiendo de la transferencia de datos surgen tres arquitecturas, que se describen a continuación.

En la arquitectura mostrada en la figura 4, una aplicación móvil envía los datos a un servicio Web utilizando uno o más mensajes. El servidor de mensajes los recibe a través del proveedor de telecomunicaciones móviles y luego transforma su contenido a una solicitud para el servicio web¹⁷.



Figura 4. Arquitectura de transferencia basada en SMS.

Fuente: Department of Computer Engineering & Informatics, School of Engineering, University of Patras, "Health Internet of Things: Metrics and methods for efficient data transfer", Simulation Modelling Practice and Theory 34 (2013) 186–199 [E-book]. Disponible: ScienceDirect.

En la figura 5 la aplicación móvil está conectada a internet a través de su proveedor de comunicaciones móvil, utilizando la tecnología Servicio General de Paquetes Vía Radio

¹⁷ Department of Computer Engineering & Informatics, School of Engineering, University of Patras, "Health Internet of Things: Metrics and methods for efficient data transfer", Simulation Modelling Practice and Theory 34 (2013) 186–199 [E-book]. Disponible: ScienceDirect.

(GPRS, por sus siglas en inglés). Luego de establecer la conexión, la aplicación envía los datos directamente al servicio web¹⁸.

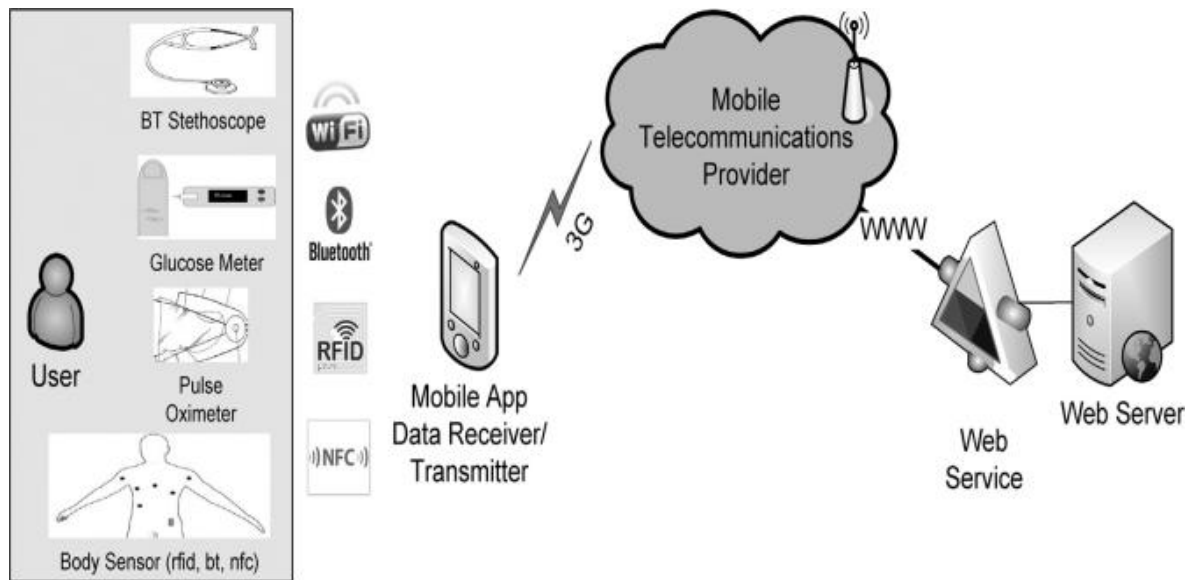


Figura 5. Arquitectura de transferencia basada en 3G/GPRS.

Fuente: Department of Computer Engineering & Informatics, School of Engineering, University of Patras, "Health Internet of Things: Metrics and methods for efficient data transfer", Simulation Modelling Practice and Theory 34 (2013) 186–199 [E-book]. Disponible: ScienceDirect.

En la figura 6 se contempla la aplicación móvil que utiliza la conexión ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line - Línea de abonado digital asimétrica) a Internet establecida. Los datos se envían al router inalámbrico utilizando tecnología Wi-Fi y luego se envían al servicio web a través del proveedor de Internet ADSL.

¹⁸ Department of Computer Engineering & Informatics, School of Engineering, University of Patras, "Health Internet of Things: Metrics and methods for efficient data transfer", Simulation Modelling Practice and Theory 34 (2013) 186–199 [E-book]. Disponible: ScienceDirect.



Figura 6. Arquitectura de transferencia basada en Wi-Fi / ADSL.

Fuente: Department of Computer Engineering & Informatics, School of Engineering, University of Patras, "Health Internet of Things: Metrics and methods for efficient data transfer", Simulation Modelling Practice and Theory 34 (2013) 186–199 [E-book]. Disponible: ScienceDirect.

Berhanu, Ab-ie & Hamdi¹⁹ realizan un proceso de una arquitectura de banco de pruebas para WBANs para aplicaciones de la salud. En donde WBANs (red de área corporal) es una red que está diseñada en dispositivos de baja potencia incorporados en el cuerpo, a través de los cuales se controlan los movimientos del cuerpo y sus parámetros vitales, que a su vez estos estarán conectados a una red inalámbrica para poder transmitir los datos a una estación base y esos datos se envían en tiempo real al hospital y clínicas. Para este desarrollo se realizará una configuración de ambiente experimental, es decir, que los algoritmos adaptativos y protocolos de desarrollo que estos tienen sean evaluados con precisión para así determinar el proceso que se va a llevar a cabo. Para esto, se buscarán aquellos bancos de pruebas que ya se han desarrollado para estudiarlos y poder así realizar los requisitos claves, el diseño y la arquitectura del banco de pruebas que este realizará.

El diseño de la arquitectura de este llamada ASSET consiste en tener un solo PC con plataformas de sensores heterogéneas y cualquier clase de sensores, para esto se tiene seis shimmer nodos, tres (3) nodos Raspberry PI, dos (2) nodos wizzimotes y un nodo Telosb/T-moteSky, tres (3) portátiles y teléfonos inteligentes. los cuáles serán los encargados de recoger toda la información que contienen los nodos sensores ya que estos teléfonos actúan como concentrador de nodos, y Para la comunicación de los mini-pc con los nodo sensores requiere de un medio que sirva como puente para llegar a la comunicación de los dos, en este caso serán los teléfonos inteligentes pues estos por medio del *bluetooth* servirán, sencillamente hay dos maneras, la primera es desde el nodo shimmer que ya está disponible

¹⁹ Y. Berhanu, H. Ab-ie & M. Hamdi, "A Testbed for Adaptive Security for IOT in e-Health", Proceedings of the International Workshop on Adaptive Security, Sept. 8-12, 2013, in Zurich, Switzerland.

y solo requiere para su instalación la red de comunicación inalámbrica y los nodos RPI, los cuales siempre permanecen estáticos y por último la tableta que se usara con el fin de almacenar y analizar la información además de la sanidad de estas aplicaciones.

Claramente, es posible entender este diseño de arquitectura de pruebas por medio de la figura 7.

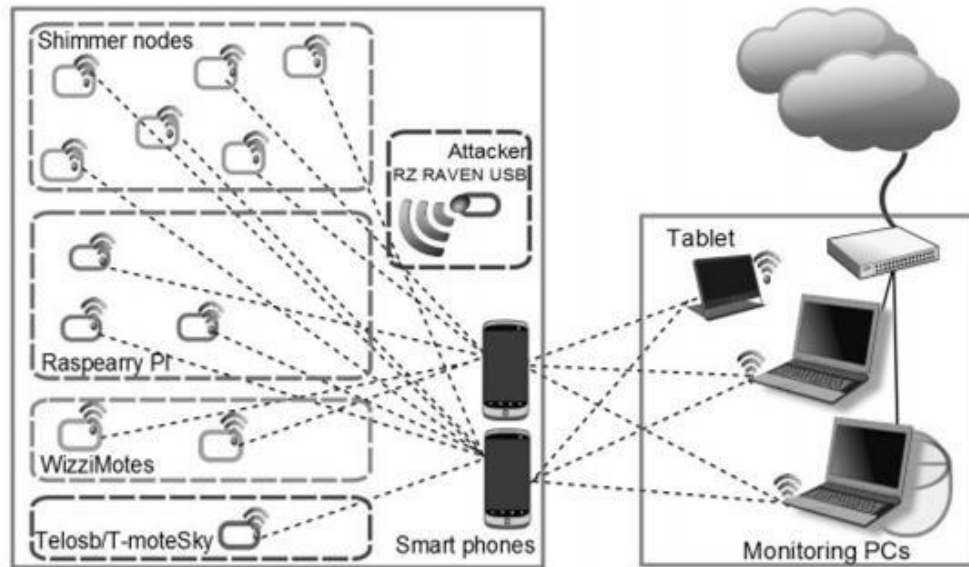


Figura 7. Arquitectura de transferencia basada en Wi-Fi / ADSL.

Fuente: Y. Berhanu, H. Ab-ie & M. Hamdi, "A Testbed for Adaptive Security for IOT in e-Health", Proceedings of the International Workshop on Adaptive Security, Sept. 8-12, 2013, in Zurich, Switzerland.

Las tecnologías de RFID (Identificación por Radiofrecuencia) y ZigBee, además de la computación en nube pueden ser utilizadas para reducir los tiempos de trabajo y de costes a través de la conexión de dispositivos inteligentes a Internet. Su gran variedad de aplicaciones las vuelve atractivas para ser manipuladas en entornos de atención médica²⁰, de tal forma que permita crear sistemas de seguimiento y control de pacientes en hospitales y clínicas, que faciliten la toma de decisiones del personal médico y administrativo.

ZigBee es una red de comunicación de sensores inalámbricos, la cual permite trabajar a una distancia corta siendo realmente larga la distancia, además proporciona bajo consumo de energía haciendo que la batería sea más duradera, es decir, que su bajo consumo de energía permite que su tiempo de vida sea más largo (funcione más años) y con una velocidad baja. ZigBee ayuda en gran parte a las personas, ya que funciona con la teledetección mejorando así la tecnología estructural de cableado.

ZigBee está basado en el estándar IEEE 802.15.4, que se utiliza para la comunicación de datos de dos a muchos dispositivos de consumo conectados entre sí, en donde estos

²⁰ N. Alharbe, A.S. Atkins & A.S. Akbari, "Application of ZigBee and RFID Technologies in Healthcare in Conjunction with the Internet of Things", Proceedings of International Conference on Advances in Mobile Computing & Multimedia, Dic. 2-4 2013, in Vienna, Austria.

generalmente son aparatos industriales, además que este sirve para aplicaciones inalámbrica de área personal.

Radio-Frequency Identification (RFID) es una tecnología que sirve para la identificación automática, el cual este se utiliza para la captura de datos por medio de dispositivos electrónicos, esta tecnología permite identificar y localizar objetos, debido a que es un lector de etiquetas las cuales llevan datos internamente, que a su vez son consultados en la base de datos y así sirven para identificar un objeto que la contiene. Estas etiquetas tienen incorporado un microchip el cual va almacenando la información que es leída, esta información es única, es por eso por lo que este tiene una identificación única ID y luego es almacenada en la memoria RFID, estas etiquetas son de diferente tamaño de acuerdo con el sistema. Luego el RFID se incorpora al objeto que se quiere identificar y localizar, es por esto por lo que en el área de la salud sería de gran interés porque lo que se quiere es que un paciente o trabajador se le siga un seguimiento y control para tener una mejor atención.

Entonces el RFID y ZigBee son una gran evolución para el área de la salud, porque permiten que de dos a muchos dispositivos estén conectados de forma inalámbrica a una red para localizar e identificar un objeto, es por eso por lo que cuando los dos funcionan unidos se convierten en internet de las cosas en el área de la salud.

Ghose, Sinha, Bhaumik, Sinha, Agrawal y Choudhury²¹ se tiene un sistema de control para personas de tercera edad y personas con un estado crónico, ya que con este sistema se pretende generar un mayor control en el seguimiento de estos, debido a que si se hace un seguimiento de forma manual no hay un control preciso y optimo en los cuidados que se deben tener con una persona de tercera edad y aquellos que tienen un estado crónico, para esto este sistema está compuesto por subsistemas perfectamente combinados para trabajar de manera organizada y así ser eficiente.

El smartphone incorporado en este sistema se caracteriza por tener múltiples funciones, tales como, monitorear las actividades que el paciente realiza y el número de pasos que determina su localización, además de que con los pasos que este hace para caminar, también se determina las calorías de este paciente y con la cámara de este smartphone se determina la presión arterial y ritmo cardiaco del paciente.

El Kinect, es un sistema sensorial que permite ver que hace el paciente, este sistema está dentro de la periferia de su visión. Realizando el paciente actividades como leer, dormir, estado de posición del cuerpo. El Kinect viene con una interfaz USB, un equipo de computación y una antena WI-FI que permite enviar los datos a un servidor llamado back-end.

²¹ A. Ghose, P. Sinha, C. Bhaumik, A. Sinha, A. Agrawal & A. D. Choudhury, "Ubi-Held – Ubiquitous Healthcare Monitoring System for Elderly and Chronic Patients", Proceedings of the 2013 ACM conference on Pervasive and ubiquitous computing adjunct publication, p. 1255-1264, Sept. 8-12, 2013, in Zurich, Switzerland.

La detección social, es un sistema sensorial, es decir, una aplicación que sirve para detectar los datos que el paciente que recibe y emite en su red social, de manera que este los analiza para saber en qué estado se encuentra el paciente y que por obligación el paciente tiene que aceptar la aplicación, porque no hay otra manera para que este pueda acceder a su red social. Con este sistema se busca determinar la salud mental del paciente, este es una gran forma de saber en qué estado se encuentra.

3.5.3 INTERNET COOPERATIVA DE LAS COSAS PARA LA ATENCIÓN DE SALUD RURAL

3.5.3.1 Monitoreo y control

El IOT (Internet de las Cosas) actualmente permite manejar la información acerca de un objeto o persona etiquetado por medio del internet o una base de datos. En este documento se plantea el uso de IOT con un enfoque cooperativo para lograr un mejor seguimiento y control de los parámetros de salud del ser humano rural y pobre, tales como: la presión sanguínea (BP), la hemoglobina (HB), nivel de azúcar en la sangre, el crecimiento celular anormal en cualquier parte del cuerpo, entre otros.

El artículo define un modelo cooperativo de IOT en el cual una persona registrada en el centro de salud rural (RHC) usará un sensor RFID (Aunque los que posean el sensor son analfabetas), esto permitirá que cualquier cambio en los parámetros normales se informará al paciente, así como al médico en el RHC. Entonces, el personal de RHC será capaz de llegar al centro médico de la emergencia al igual que el paciente.

Esa propuesta puede definitivamente reducir la tasa de mortalidad en las zonas rurales de países en desarrollo, pues la conexión a internet hace más efectivo el proceso de atención y en caso de que no haya Internet, la instalación de la red móvil podría utilizarse para transmitir la información rápidamente, la siguiente figura muestra el mapa de la propuesta.

3.5.3.2 Corrector de medicamentos con IOT

Jara, Alcolea, Zamora & Gómez²², declara que en muchos hospitales ha habido y otros problemas graves que son causadas por errores clínicos y la negligencia de parte del personal médico.

El error más común es la Reacción Adversa Medicamentos (RAM), ese tipo de errores prolongan la estancia hospitalaria, pueden aumentar los costos de atención e incluso duplicar el riesgo de la muerte de un paciente que llega al hospital con pocos riesgos de morir.

²² A. J. Jara, A. F. Alcolea, M. A. Zamora & A. F. Gómez Skarmeta, "Drugs interaction checker based on IOT," Internet of Things (IOT), 2010, pp.1-8, Nov. 29- 2010, Dic. - 1 - 2010.

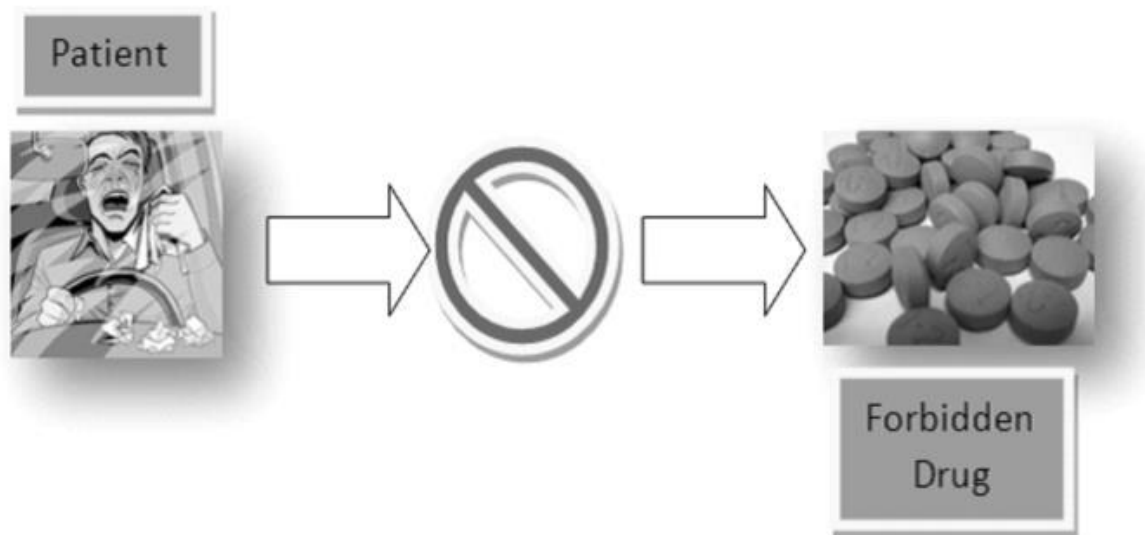


Figura 8. Reacción de medicamentos.

Fuente: A. J. Jara, A. F. Alcolea, M. A. Zamora & A. F. Gómez Skarmeta, "Drugs interaction checker based on IOT," Internet of Things (IOT), 2010, pp.1-8, Nov. 29- 2010, Dic. - 1 - 2010.

Por medio de esta imagen se da a conocer como es el modelo de IOT aplicado en el servicio médico inteligente.

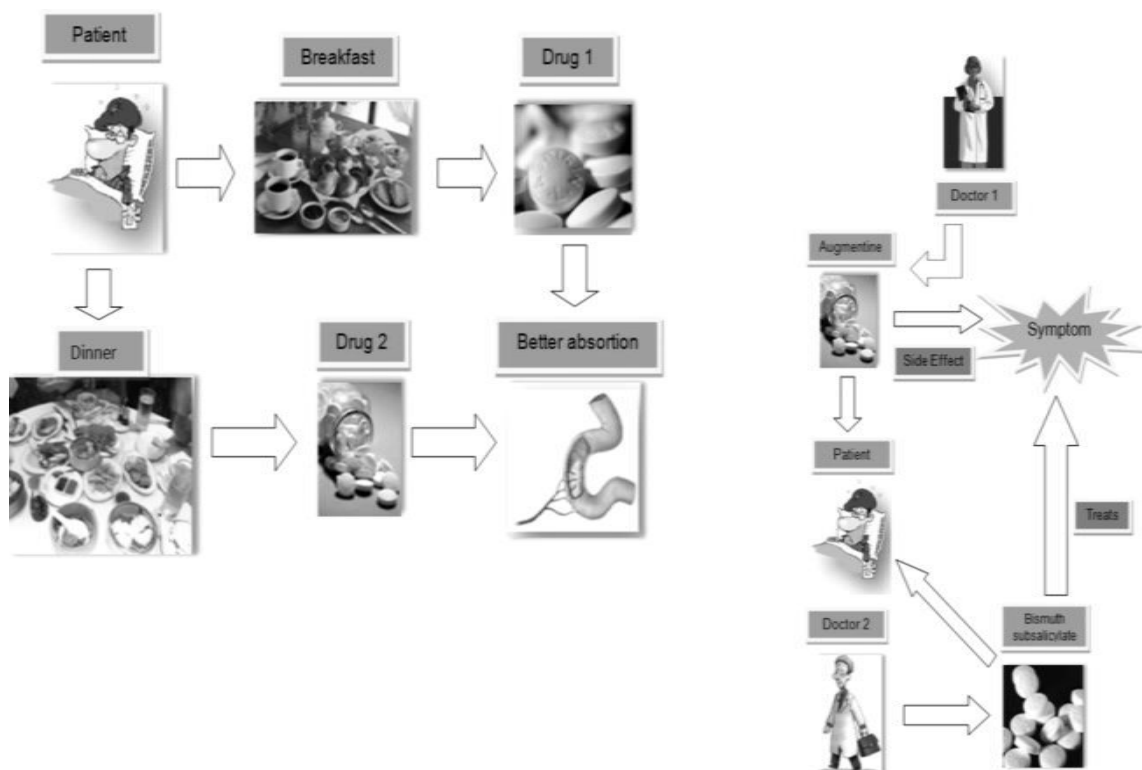


Figura 9. Proceso atención médica.

Fuente: A. J. Jara, A. F. Alcolea, M. A. Zamora & A. F. Gómez Skarmeta, "Drugs interaction checker based on IOT," Internet of Things (IOT), 2010, pp.1-8, Nov. 29- 2010, Dic. - 1 - 2010.

Jara, Alcolea, Zamora & Gómez²³ por ejemplo, epinefrina, lidocaína, heparina y cloruro de potasio se asocian con frecuencia a errores de drogas, puede ser una coincidencia que la fuerza de éstos soluciones de drogas se expresan típicamente en proporciones, porcentajes, unidades internacionales y milésima de moles, respectivamente.

Por esta razón, se ha propuesto un corrector de medicamentos usando Internet de las cosas y un sistema basado en el conocimiento para comprobar dosis, detectar ADR y las interacciones medicamentosas.

La solución que se describe en el artículo comprende un sistema personal para comprobar que tan idóneos son para el paciente los fármacos basados en los dispositivos móviles, como teléfonos inteligentes, dispositivos PDA o portátiles.

Para el cumplimiento de este proceso un dispositivo móvil identifica el medicamento a través de la tecnología NFC (*Near Field Comunicación*) o código de barras, de esta manera se evaluará la compatibilidad de la droga con el perfil del paciente y se comprueba con el sistema de información inteligente (PIIS) de para detectar si el producto es adecuado de acuerdo con el perfil de la alergia y el historial médico del paciente (una historia Clínica Electrónica).

3.5.4 CONCLUSIÓN DEL ARTICULO

El internet de las cosas es una gran herramienta en el área de la salud puesto que gracias a esto se pueden prevenir muchas enfermedades que en la actualidad se consideran silenciosas; lo cual tiene como efecto que el número de enfermos disminuiría al igual que el número de pacientes con enfermedades terminales dado que al utilizar elementos con acceso a internet para el bien de la salud, se podrá estar informados del funcionamiento del cuerpo humano y cualquier rareza o anomalía será informada.

3.6 SMART CITIES, IOT Y SALUD: RETOS DE INTERNET OF MEDICAL THINGS (IOMT)

Este artículo fue publicado por 4 autores de la Universidad Pública de Navarra , Jesús Daniel Trigo Vilaseca, Luis Serrano-Arriezu, José Javier Astrain Escola, Francisco Falcone Lanas.

Publicación realizada en la Revista, I+S: Revista de la Sociedad Española de Informática y Salud, ISSN 1579-8070, N.º. 129 (junio 2018), 2018 (Ejemplar dedicado a: IoT: una nueva revolución en sanidad), págs. 7-12

En este artículo se va a realizar un breve pero completo recorrido por la innovación tecnológica aplicada en salud, y en particular, en el desarrollo de IoMT, para el despliegue de servicios de salud inteligentes, en el ámbito de las Smart Cities, para la mejora de la

²³ A. J. Jara, A. F. Alcolea, M. A. Zamora & A. F. Gómez Skarmeta, "Drugs interaction checker based on IOT," Internet of Things (IOT), 2010, pp.1-8, Nov. 29- 2010, Dic. - 1 - 2010.

calidad de vida de la ciudadanía. En primer lugar, se revisará el estado del arte en el desarrollo de sensores para la captación de datos de salud. Posteriormente se analizarán las tecnologías de comunicaciones disponibles, así como las estrategias de seguridad y privacidad necesarias para la gestión de dichos datos. A continuación, se expondrán los retos para la integración y explotación de dichos datos. Por último, se expone una breve conclusión abierta del horizonte que se presenta en el IoMT dentro de las Smart Cities.

3.6.1 BIOSENSORES: EN CONTINUA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

El rápido desarrollo de tecnologías emergentes aplicadas al ámbito de los biosensores está propiciando la aparición de múltiples dispositivos médicos con capacidad de conexión en cualquier lugar y en todo momento, anywhere at anytime. Un estudio de Allied Market Research²⁴ predice que el mercado de IoMT alcanzará para el año 2021 la cifra de 136.8 mil millones de dólares, siendo actualmente 3.7 millones la cifra de dispositivos médicos en uso conectados y monitorizando datos médicos.

En una primera aproximación, sería posible distinguir entre biosensores no invasivos e invasivos. Por su inocuidad, los primeros son los preferidos para el desarrollo de la IoMT y, en particular, para el despliegue de servicios de telemonitorización sociosanitarios. Sin embargo, los últimos también resultan de interés como, por ejemplo, para la adherencia de los pacientes a las prescripciones farmacológicas²⁵. En cualquiera de ambos casos, lo que se está considerando actualmente es el desarrollo de dispositivos wearables o llevables. Esta necesidad de “llevabilidad” impone una serie de requisitos de diseño, fundamentalmente un tamaño y consumo reducidos (dispositivos ultra-low power).

Como demostración del concepto de IoMT, se eligió la diabetes como enfermedad de referencia. La diabetes es una de las enfermedades crónicas con más prevalencia entre la población y su crecimiento es constante. Nuestros hábitos de vida, alimentación y sedentarismo actúan como un catalizador de dicho crecimiento. En la actualidad, el control de la glucosa en sangre se realiza mediante un método semi-invasivo: un pinchazo en uno de los dedos de la mano. Como complemento, existe en la actualidad numerosas propuestas de bombas de insulina en lazo cerrado de manera que el control de la glucemia resulta transparente al paciente. Centrándose en la sustitución del método de control semi-invasivo por método no invasivos que puedan ser llevables se han publicado varias propuestas de interés, algunas de ellas ya cercanas al mercado²⁶. En numerosos casos, la medida de la glucosa se realiza por medios electroquímicos tanto del líquido intersticial (Reverse Ionphoresis, RI) como del sudor mediante el uso de parches, tatuajes permanentes o muñequeras, las cuales están fabricadas, junto con la electrónica necesaria para el

²⁴ Why The Internet Of Medical Things (IoMT) Will Start To Transform Healthcare In 2018. <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/01/25/why-the-internet-of-medical-things-iomt-willstart-to-transform-healthcare-in-2018>. Último acceso: Abril 2018

²⁵ H. Hafez, T.L. Robertson, G.D. Moon, Kit-Yee Au-Yeung, M.J. Zdeblick, G.M. Savage. An Ingestible Sensor for Measuring Medication Adherence. IEEE Transactions on Biomedical Engineering, 62(1), pp. 99-109. January 2015. doi:10.1109/ TBME.2014.2341272.

²⁶ J. Kim, A.S. Campbell, J. Wang. Wearable non-invasive epidermal glucose sensors: A review. Talanta, 177, pp. 163-70. 2018. doi: 10.1016/j.talanta. 2017.08.077.

procesado de los datos, así como la transmisión de estos con tecnologías de tipo Thin-Film²⁷.

3.6.2 COMUNICACIONES: TECNOLOGÍAS ACTUALES Y DEL MAÑANA

El desarrollo del IoMT se enmarca en la búsqueda de entornos contextuales interactivos, siendo su paradigma las Smart Cities/ Smart Regions. Uno de los elementos claves en el desarrollo de dichos entornos contextuales son los sistemas de comunicaciones, que sirven de facilitadores tanto para el intercambio de información entre dispositivos, como entre los diferentes usuarios de dichos sistemas. En este sentido, los sistemas de comunicaciones inalámbricos juegan un papel fundamental, debido a su capacidad de proporcionar conectividad con un elevado grado de movilidad y de su reconfigurabilidad. El fuerte auge de los sistemas de comunicaciones móviles, la adopción progresiva de sistemas de comunicación de área personal/corporal y la previsión de un elevado número de dispositivos con capacidad de conexión a Internet prevista en el marco general IoT ha llevado a la definición de redes de comunicaciones inalámbricas de tipo heterogéneo o HetNet, mostrada de manera esquemática en la Figura 10.

De esta manera, se pueden emplear múltiples estándares de comunicaciones en un esquema colaborativo, con el fin de poder optimizar las relaciones cobertura/capacidad de estos, ofreciendo niveles adecuados de calidad de servicio, minimizando niveles de interferencia, así como de consumo energético. En este esquema de operación cabe mencionar los futuros sistemas de comunicaciones 5G, integrados dentro de este esquema HetNet y que proporcionan entre otras características comunicaciones de baja latencia y de alta densidad de dispositivos, con Machine Type Communications entre dispositivos (Device to Device, D2D). En el ámbito de prestación de servicios sociosanitarios, el concepto de integración de servicios dentro de las Smart Cities ha llevado a la definición del concepto de Smart Health, en el que el comportamiento inherentemente contextual de las mismas se traslada al ámbito sanitario²⁸.

²⁷ L. Lipani, B.G.R. Dupont, F. Doungmene, F. Marken, R.M. Tyrrell, R.H. Guy, A. Ilie. Non-invasive, transdermal, path-selective and specific glucose monitoring via a graphene-based platform. *Nature Nanotechnology*, [publicación on-line]. 2018. doi:10.1038/s41565-018-0112-4.

²⁸ A. Solanas, C. Patsakis, M. Conti, I.S. Vlachos, V. Ramos, F. Falcone, O. Postolache, P.A. Perez-Martinez, R. Di Pietro, D.N. Perrea, A. Martínez-Balleste. Smart Health: A Context-Aware Health Paradigm within Smart Cities. *IEEE Communications Magazine*, 52(8), pp. 74-81. 2014. doi: 10.1109/MCOM.2014.6871673

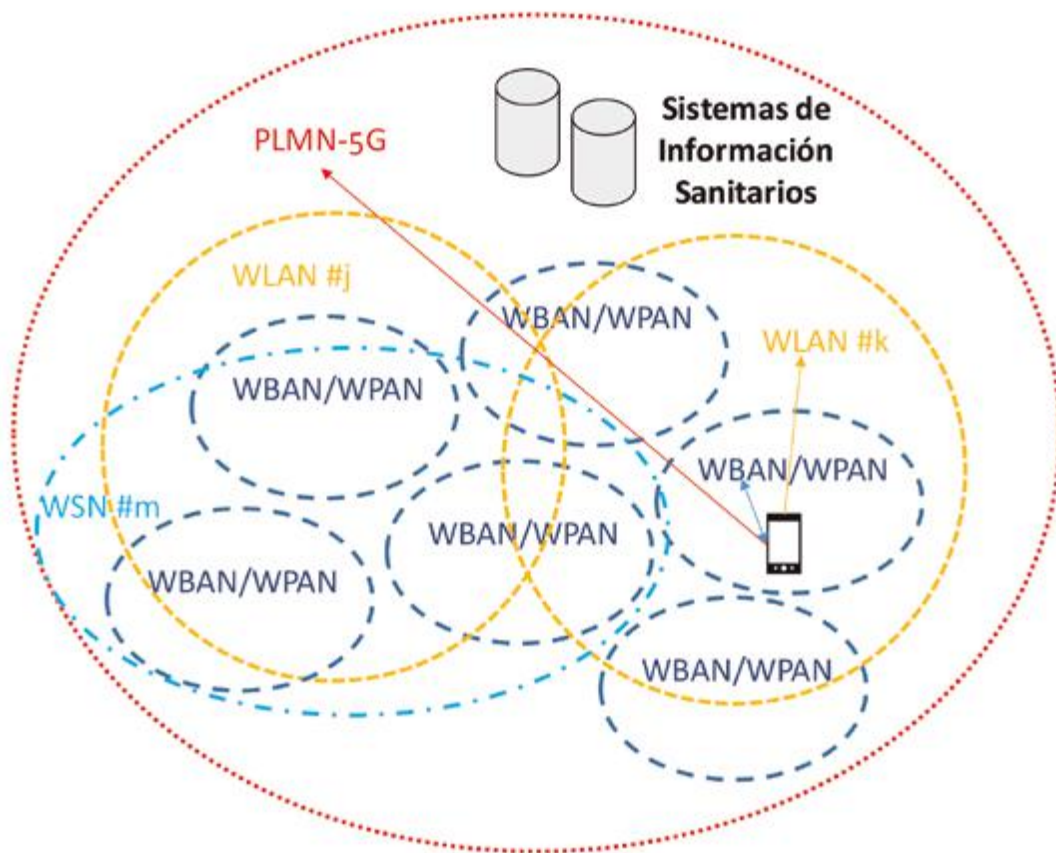


Figura 10. Representación esquemática de redes HetNet.

Fuente: Smart Cities, IoT y Salud: Retos de Internet of Medical Things (IoMT) <https://academica-e.unavarra.es/xmlui/handle/2454/33236>

Los sistemas de comunicaciones inalámbricos que conforman la red HetNet se pueden clasificar por su grado de cobertura en relación con el usuario. De esta manera, las redes de área personal y corporal (Wireless Body Area-WBAN y Wireless Personal Area-WPAN networks) se emplean para la conexión entre sensores portados por los usuarios, tanto para su interconexión como para poder conectarlos con pasarelas externas. Las redes de área local (WLAN) se pueden emplear como medios de conexión de sensores de manera directa a la red, aunque es más habitual su empleo como pasarelas, debido a su consumo energético más elevado frente a WBAN/WPAN. La conexión de área más extensa se lleva a cabo mediante redes móviles (2G a 4G) y en un futuro, mediante redes 5G. En este marco, cabe destacar el papel de las redes de sensores inalámbricos (Wireless Sensor Networks), que ofrecen múltiples estándares de comunicaciones, permitiendo operar en rangos de distancia amplios, con una gran cantidad de dispositivos por red y con un consumo energético reducido. Por ello, su integración puede ser directa (i.e., se pueden emplear directamente como elementos de red WBAN/WPAN) o como elementos indirectos de recolección de datos en redes independientes más extensas (e.g., redes de captación de datos ambientales urbanos).

3.6.3 CONCLUSIÓN DEL ARTICULO

En este artículo se ha realizado recorrido por la innovación tecnológica aplicada en salud. Concretamente, se ha fijado el marco en el entorno de la IoMT como recurso para la introducción de servicios de salud inteligentes en el ámbito de las Smart Cities. Este proceso nos ha llevado a recorrer las diferentes etapas o características de las plataformas IoMT. En particular, los sensores para la recolección de datos de salud, las tecnologías de comunicaciones. En lo referente a la sensórica, se ha producido un ascenso notable en la variabilidad y disponibilidad de sensores de salud con capacidad de conexión a Internet, bien sea directamente o a través de una pasarela. La tendencia actual de medir todo lo medible conlleva, sin embargo, una gestión más complicada en lo que se refiere a las comunicaciones, y la integración y explotación de datos con seguridad.

Las comunicaciones, principalmente inalámbricas, se vislumbran como un elemento clave para los entornos contextuales interactivos de las Smart Cities. En concreto, las redes heterogéneas HetNet permiten crear entornos colaborativos entre diferentes tipos de redes, muy apropiadas para el contexto de Smart Cities, si bien su gestión puede ser más complicada que una red homogénea.

Finalmente, el despegue de IoMT va a producir (está produciendo ya) una ingente cantidad de datos de salud, cuya gestión y apropiada explotación resultan cruciales para conseguir una mejora de la calidad de vida de los ciudadanos. Para la gestión, es relevante seleccionar un modelo de negocio apropiado (SaaS, PaaS o IaaS), con sus ventajas e inconvenientes descritas en este artículo, mientras que, para la explotación, la tendencia actual nos lleva a sistemas Big Data y Business Intelligence, a través de los cuales las plataformas IoMT pueden ofrecer un servicio integral a las Smart Cities, todo ello sin olvidar, como ya se ha mencionado la seguridad y la privacidad de los ciudadanos.

3.7 INTERNET DE LAS COSAS EN LAS INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR

Este artículo fue publicado por 3 investigadores del centro de excelencia y apropiación en Internet de las Cosas de la Universidad Autónoma de Bucaramanga, Johan Smith Rueda-Rueda²⁹, Johana Andrea Manrique Hernández³⁰ y José Daniel Cabrera Cruz³¹.

²⁹ Johan Smith Rueda-Rueda, jrueda526@unab.edu.co, ingeniero de sistemas e investigador del Centro de Excelencia y Apropiación en Internet de las Cosas (CEA-IoT) y del Grupo de Tecnología de la Información - GTI, Universidad Autónoma de Bucaramanga - UNAB.

³⁰ Johana Andrea Manrique Hernández, jmanrique4@unab.edu.co, ingeniera de sistemas e investigadora del Centro de Excelencia y Apropiación en Internet de las Cosas (CEA-IoT) y del Grupo de Tecnología de la Información - GTI, Universidad Autónoma de Bucaramanga - UNAB.

³¹ José Daniel Cabrera Cruz, jcabrerc@unab.edu.co, Profesor asociado e investigador del Centro de Excelencia y Apropiación en Internet de las Cosas (CEA-IoT) y del Grupo de investigación en Pensamiento Sistémico - GPS, Universidad Autónoma de Bucaramanga - UNAB.

Publicación realizada en el Congreso Internacional en Innovación y Apropiación de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones – CIINATIC 2017, At Cúcuta, Colombia, Volumen: 1.

Internet se está desarrollando como un nuevo paradigma conocido como Internet de las Cosas (Internet of Things o IoT). Mediante IoT, cualquier cosa cotidiana puede ser equipada con dispositivos que tienen la capacidad para comunicarse, monitorizar y controlar el ambiente que le rodea, impactando muchos aspectos de la vida del ser humano. El uso de las tecnologías que hacen parte de IoT está creciendo exponencialmente. Este proceso probablemente ayudará a promover el crecimiento económico global. IoT está llegando gradualmente a la educación superior de diversas formas. Por ejemplo, la educación o formación en temas relacionados con IoT, los usos de IoT como herramienta pedagógica, la aplicación de tecnologías IoT como apoyo a la administración académica, así como de las instalaciones y recursos educativos de las Instituciones de Educación Superior (IES).

El propósito principal del presente trabajo es identificar y describir diferentes relaciones actuales y potenciales entre las tecnologías IoT y las IES. Este propósito se logra mediante la reflexión y la revisión documental de experiencias internacionales.

3.7.1 RELACIONES ENTRE IOT Y LAS IES

A. IoT como herramienta pedagógica

Esta relación hace referencia a la utilización de recursos o tecnologías IoT en la enseñanza y aprendizaje de contenidos o en la generación de éstos. Esta relación no incluye aquellos casos en que IoT es un contenido u objeto de estudio, los cuales se tratan en subsección B. Dentro de este tipo de relación se presentan variantes como las siguientes:

- Los laboratorios o espacios prácticos para la enseñanza y aprendizaje que pueden ser operados, remotamente o no, mediante tecnologías IoT para un aprendizaje y entrenamiento ubicuo.
- La creación de herramientas y recursos pedagógicos que recrean experiencias reales utilizando tecnologías IoT. Por ejemplo, la utilización de sistemas IoT que permitan recolectar información del mundo real que luego sirva para construir un mundo o ambiente virtual educativo³².
- Los entornos híbridos de aprendizaje mediados por IoT, que combinan objetos del mundo real, incluso en tiempo real, con objetos virtuales o simulados. Estos permiten a los estudiantes partir de situaciones reales, capturadas mediante dispositivos IoT, vivir experiencias simuladas o virtuales educativas.

³² T. Ueda and Y. Ikeda, "Stimulation methods for students' studies using wearables technology," in Region 10 Conference (TENCON), 2016 IEEE, 2016, pp. 1043–1047.

- Las tecnologías IoT pueden ayudar en el intercambio de información entre docentes y estudiantes, ya que dichas tecnologías permiten la captura de información o contenido para ser compartidos entre estudiantes y docentes. Por ejemplo, si un libro con código QR es útil a un compañero, se puede compartir la información de forma fácil; también podrían incluirse imágenes, sonidos o videos capturados mediante el dispositivo móvil para ser compartidos con los compañeros y colegas.

B. IoT como objeto de estudio o contenido de un programa

Esta relación se refiere a aquellos casos en los cuales IoT es contenido u objeto de estudio o de aprendizaje, tanto dentro del currículo, como por fuera de éste. Se pueden mencionar los siguientes ejemplos:

- Los cursos sobre IoT que hacen parte de programas académicos a nivel de pregrado, posgrado y diplomados. Así mismo, aquellos cursos o talleres que los programas académicos ofrecen de manera independiente de los currículos, orientados a complementar dichos programas con temáticas de interés para los estudiantes en los diferentes niveles académicos.
- Los contenidos específicos relacionados con IoT que hacen parte de cursos más amplios dentro del currículo de un programa académico. Un ejemplo se refiere a los cursos de redes en los cuales se introducen temáticas relacionadas con las redes de sensores inalámbricas (Wireless Sensor Network - WSN) y otras tecnologías IoT³³.
- Los proyectos, intra o extracurriculares, que tienen que ver con IoT. Por ejemplo, proyectos grado, de semilleros de investigación o proyectos de clase.

C. Actividades de CTel relacionadas con IoT, con o sin cooperación nacional o internacional

Esta relación hace referencia a las actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación - CTel en las cuales participen uno o varios actores nacionales e internacionales en torno a temáticas relacionadas con IoT, que puede ser o no la temática principal. Dentro de esta relación se presentan ejemplos como:

- Los programas de intercambio de estudiantes o profesores para propósitos académicos e investigativos relacionados con IoT. Por ejemplo, pasantías o movilidad de estudiantes a un centro de desarrollo tecnológico de una universidad extranjera relacionada con temas relacionadas con IoT. Otra forma se refiere a proyectos de investigación posdoctoral realizados en centros y grupos de investigación.

³³ K. Liu and L. Lv, "Research on Management System of University Multimedia Teaching Equipment Based on the Internet of Things Technology," in *Applied Mechanics and Materials*, 2014, vol. 687, pp. 2494–2496.

- La realización de proyectos de CTel, colaborativa o no, con IES nacionales e internacionales sobre temas relacionados con IoT, que cuenten o no con un actor beneficiario. Por ejemplo: El Centro de Excelencia y Apropiación en Internet de las Cosas – CEA-IoT, es una alianza entre cinco universidades colombianas, tres líderes tecnológicos (Microsoft, Intel y Hewlett Packard) y empresas del país, para potenciar el desarrollo económico desde la tecnología e innovación a través del IoT³⁴; y los proyectos de innovación, de responsabilidad o impacto social en comunidades.
- Las consultorías, ya sean científico-tecnológicas o no, en las cuales participen una o varias IES y otros actores nacionales e internacionales y en las cuales IoT puede ser el objeto de estudio o recurso principal de la consultoría. Por ejemplo, una consultoría realizada a un ente territorial sobre Smart Cities; o una consultoría que reúna datos obtenidos mediante tecnologías IoT para, luego, hacer propuestas a instituciones y órganos de control.

D. Emprendimiento de base tecnológica relacionado con IoT originado en IES

Esta relación se refiere a la generación y fortalecimiento de empresas de base de tecnológica, derivadas de actividades CTel de las IES y que estén relacionadas con IoT. En esta relación se puede apreciar dos posibilidades:

- El apoyo de las IES a startups relacionadas con IoT. Por ejemplo, la oficina de emprendimiento de una universidad podría asesorar a iniciativas de emprendimiento relacionadas con IoT de estudiantes, profesores y graduados.
- La participación de las IES en spin-off universitarias relacionadas con IoT. Por ejemplo, una spin-off derivada de un proyecto de investigación en la cual la universidad sea socia.

E. Administración académica de las IES

Esta relación se refiere a la utilización de recursos o tecnologías IoT en la planeación, seguimiento y optimización de la gestión de cursos, programas y actividades académicas de las IES. En esta relación se pueden encontrar aplicaciones como:

- La aplicación de IoT al registro y control de asistencia a clases y eventos académicos de las IES. Por ejemplo, la detección de la presencia de estudiantes en el aula de clase dentro del horario asignado, como base para el control de

³⁴ CEA-IoT, “Quiénes somos,” Centro de Excelencia y Apropiación en internet de las cosas – CEA-IoT, 2017.

asistencia³⁵, siendo útil para propósitos diferentes como: el diagnóstico temprano de deserción de deserción estudiantil y para identificar estudiantes que están en peligro de perder cursos por baja asistencia; el registro de docentes en el aula para la clase como parte de su evaluación de desempeño; el registro de la asistencia a eventos académicos, como conferencias, talleres, capacitaciones, como base para generación de estadísticas útiles para la toma de decisiones; la caracterización del público asistente a un evento académico como base que el conferencista realice ajustes de su lenguaje; estadísticas en tiempo real de asistentes a eventos para determinar si hay recursos suficientes como sillas y material impreso.

- El IoT puede ser aplicado en la detección, identificación y caracterización de diferentes actores académicos, por ejemplo, un docente o administrativo puede detectar e identificar a estudiantes y acceder a información que lo caracterice (nombre, programa, edad, rendimiento académico, etc.)³⁶.
- De igual forma, la aplicación de tecnologías IoT para identificación de personal que presentan pruebas académicas, por ejemplo, utilizar biometría, para identificar de estudiantes que presentan exámenes y evitar la suplantación³⁷.

3.7.2 CONCLUSIÓN DEL ARTICULO

en este trabajo se identificaron diversos tipos de relaciones entre las IES y el IoT que cubre la mayoría de las áreas de una universidad, como son la educación, las instalaciones del campus, los recursos e infraestructura tecnológica.

De las relaciones que se han venido desarrollando entre IES e IoT, la administración de instalaciones y recursos educativos es la que más casos de aplicación se han encontrado. Las IES alrededor del mundo están percibiendo las características y ventajas que ofrece el IoT y empiezan a incorporarlo en otros procesos, como es la enseñanza aprendizaje y en las actividades de ciencia, tecnología e innovación.

Del mismo modo, considerando las oportunidades que ofrece el IoT en el desarrollo económico y social, siendo el motor de las ciudades inteligentes, algunas universidades empiezan a ofrecer programas académicos completamente relacionados con el IoT, para preparar a profesionales con habilidades y conocimientos necesarios para dar solución a los nuevos retos que se plantean en la actualidad.

³⁵ G. X. Zhao and B. Qi, "Application of the IOT Technology in the Intelligent Management of University Multimedia Classrooms," *Appl. Mech. Mater.*, vol. 513–517, pp. 2050–2053, Feb. 2014.

³⁶ L. N. Li and P. F. Zhao, "Application of the Internet of Things in Colleges' Management," *Adv. Mater. Res.*, vol. 905, pp. 736–741, Apr. 2014.

³⁷ J. Wang, "The design of teaching management system in universities based on biometrics identification and the Internet of Things technology," in 2015 10th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE), 2015, pp. 979–982.

3.8 INTERNET DE LAS COSAS HACIA UNA EDUCACIÓN INTELIGENTE

Este artículo fue publicado por Luis Carlos Luis García, Eduar Diego Ceballos Burbano, Andrés Rodolfo Torres Gómez, Fanny Elizabeth Sacristán Bohórquez, José David Alvarado Moreno.

Publicación realizada en el libro: Innovación en la educación basada en las TIC, Publisher: Universidad Manuela Beltrán, pp.43-50.

En el actual proceso de crecimiento de internet surge un nuevo desarrollo. La evolución de una red de computadores interconectados a una red de objetos permite establecer la próxima generación de internet, conocida como el internet de las cosas (Internet of Things - IoT), la cual utiliza el espacio físico y el espacio de información a fondo. Las tecnologías de interacción inteligente son una técnica importante de apoyo para el logro de la fusión de estos dos espacios. Hoy en día, el punto clave es cómo mejorar la capacidad de interacción de los dispositivos y la integración del espacio, para que el servicio de computación sea omnipresente y esté disponible para los usuarios en cualquier momento y en cualquier lugar³⁸.

En la actualidad, se están desarrollando a nivel global proyectos para el fortalecimiento de internet en diferentes campos. Los cuales se encuentran enmarcados dentro de dos metodologías: la primera con un enfoque evolutivo y la segunda con enfoque revolucionario. Actualmente, se quiere mudar a internet del estado actual a uno nuevo, a través de parches incrementales, lo que se ha venido realizando en los últimos 30 años con un gran éxito. Sin embargo, debido al auge de internet, se ha llegado a un punto donde se presentan grandes dificultades para seguir experimentando con la arquitectura actual, por su grado de complejidad. El enfoque revolucionario es una actividad de investigación de Clean-Slate (Borrón y cuenta nueva) en la búsqueda de nuevas tecnologías de red para superar los límites de la internet actual³⁹.

A partir de estos enfoques y los diferentes proyectos alrededor del tema, se han establecido unos pilares sobre los cuales desarrollar la internet del futuro: internet del conocimiento, internet por y para las personas, internet de los servicios e internet de las cosas. Sobre este último se centra el desarrollo de esta investigación, por esa razón es la segunda parte de este artículo. Los objetivos de diseño y requisitos generales de la internet del futuro son: escalabilidad y ubicuidad, seguridad y robustez, movilidad, heterogeneidad, calidad de servicio, reconfigurabilidad, conciencia del contexto y manejabilidad centrada en la información y aspectos económicos⁴⁰.

³⁸ R. H. Webber, "Internet of things – Need for a new legal environment", Computer law & Security review, vol. 26, pp. 23-30, 2009.

³⁹ A. Feldman, "Internet Clean-Slate Design: What and Why?", Computer Communication Review, vol. 37, no. 3, 2007.

⁴⁰ S. Myung-Ki, K. Yong-Woon, "New Challenges on Future Network and Standardization", ICAT, p. 17-20, 2008.

A continuación, se realiza una breve descripción de cada uno de los pilares de internet del futuro, con el fin de contextualizar el desarrollo de esa investigación:

Internet del conocimiento: este tipo de internet apunta a generar una gran red de trabajo cooperativo para la generación de nuevo conocimiento de uso masivo y fortalecer los diferentes campos de la sociedad, como la agricultura, las ciencias, o la medicina. Es el que se puede observar en la actualidad. En él se busca generar mayor posibilidad de acceso al conocimiento para el desarrollo de los países, en especial los subdesarrollados, sin tener tantas restricciones económicas. Busca mejorar la calidad de la educación de las personas en todo el mundo.

Internet por y para las personas: la internet se planteó en un principio como una herramienta de laboratorio, donde sus desarrollos iban principalmente enfocados a los aspectos tecnológicos. Con la evolución de la red y su masificación, la parte tecnológica perdió fuerza y cobró mayor importancia la comunicación que se realizaba por este medio. De esa forma pasó de ser una herramienta tecnológica a ser una herramienta cuyas principales características están dadas por las personas que la utilizan “The internet is the people”. Así mismo, pasó a enfocarse en la transmisión de información entre personas, la forma en que estos la comparten e interactúan entre sí⁴¹.

Internet de los servicios: el internet de los servicios es una visión del internet del futuro, donde todo lo que se necesita para usar las aplicaciones de software está disponible como un servicio en internet, por ejemplo, el propio software, las herramientas para su desarrollo, la plataforma (servidores, almacenamiento y la comunicación) para ejecutar los programas⁴².

3.8.1 INTERNET DE LAS COSAS (IOT)

El internet de las cosas es una revolución tecnológica que representa el futuro de la informática y las comunicaciones. Su desarrollo depende de la dinámica de innovación técnica en varios campos importantes, desde comunicaciones inalámbricas o sensores, hasta nanotecnología. Compartir información acerca de los dispositivos y sistemas conectados a través de internet puede volverlo más eficiente ⁴³.

“El internet de las cosas busca darles identidad a los objetos, interconectarlos e integrarlos en la red y otorgarles un papel en el internet del futuro. Lo que les permite intercambiar información sin la necesidad de interacción humana. Ninguna de estas interacciones necesitan ser verbales o comprensibles por un ser humano, pero necesitan ser

⁴¹ D. Young Kim, L. Mathy, M. Campanella, R. Summerhill, J. Williams, S. Shimojo, Y. Kitamura, H. Otsuki, "Future Internet: Challenges in Virtualization and Federation", Fifth Advanced International Conference on Telecommunications, 2009.

⁴² Community Research and Development Information Services (Cordis), Framework Programme. [En línea]. s. f. Recuperado de http://cordis.europa.eu/fp7/ict/ssai/home_en.html. [Último acceso: 7 4 2014].

⁴³ International Telecommunication Union, ITU Internet Reports 2005: The Internet of Things–Executive Summary, Ginebra, Suiza: ITU, 2005.

estandarizadas y comprensibles por cualquier dispositivo que necesite intercambiar dicha información”⁴⁴.

3.8.2 IOT Y EDUCACIÓN

Actualmente, en la era del conocimiento la información es parte vital de nuestras vidas. El manejo de la información y el uso que se le da es fundamental en un sistema educativo que busca generar nuevos esquemas de enseñanza-aprendizaje. Surgen así modelos académicos basados en las TIC que están en constante evolución: programas de aprendizaje a distancia, virtual, semipresencial o mixto hacen ya parte del sistema educativo mundial. De acuerdo con lo anterior, es necesario generar un modelo de aprendizaje basado en un tridente que involucre pedagogía, comunidad y tecnología.



Figura 11. Tridente educativo.

Fuente: Internet de las Cosas Hacia una educación inteligente
https://www.researchgate.net/publication/329104805_Internet_de_las_Cosas_Hacia_una_educacion_inteligente

La pedagogía fundamenta la aplicación de los modelos enseñanza-aprendizaje basados en TIC (docentes y estudiantes); mientras que la comunidad involucra directivas (intención), profesores (aplicación), estudiantes y padres de familia (operativización), cuyo compromiso debe ser grande a partir de la concientización y adquisición de una cultura digital incorporada y fortalecida que permita asegurar el éxito del proyecto. Estos dos elementos no hacen parte principal de esta propuesta, por lo que no serán trabajados en este documento.

En cuanto a la tecnología, el IoT es el pilar fundamental de esta área. Se propone una plataforma para la gestión de la información tanto de profesores como de estudiantes, que permita una interacción y un monitoreo continuo de los diferentes procesos de enseñanza-aprendizaje. Se basa en un LMS que administra la información base de las asignaturas (contenidos, recursos, actividades, etc.) conectada a un módulo de monitoreo constante de la actividad del estudiante, la cual es alimentada por diferentes objetos como portátiles,

⁴⁴ J. Gascón, J. Seseña, A. Alfaro, "Internet del Futuro: La convergencia como factor clave para la evolución tecnológica", Revista Colombiana de Telecomunicaciones, vol. 16, no. 53 pp. 32-35, 2009.

celulares, tabletas, relojes inteligentes, dispositivos digitales de escritura, ropa adecuada con sensores específicos, controles de mando (para responder cuestionarios y evaluaciones) y, en general, cualquier dispositivo electrónico que sea susceptible de conectarse a la red con el fin de medir un proceso de aprender haciendo.

Esto involucra un gran compromiso de la comunidad académica desde el punto de vista de la creación de actividades lúdicas para el aprendizaje, que permitan involucrar la tecnología a dicho proceso.

Teniendo en cuenta la necesidad de la evaluación del proceso de aprendizaje del estudiante, se propone la implementación de perfiles dinámicos de cada uno de ellos⁴⁵, que permitan a través de la minería de datos, individualizar dicho proceso y de esa forma materializar una gestión adecuada (monitoreo) del avance del estudiante.

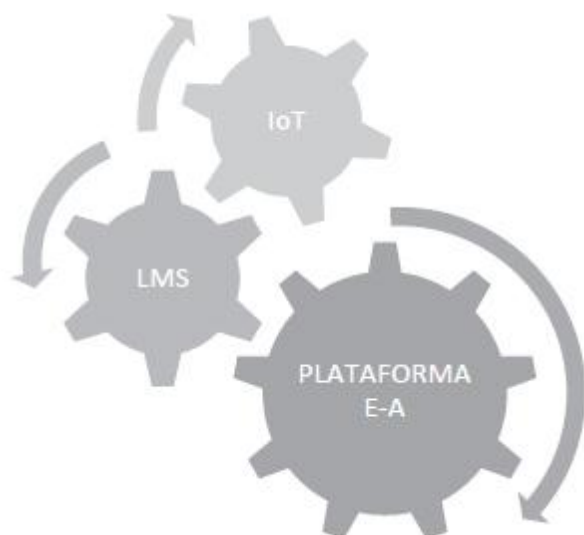


Figura 12. Plataforma de enseñanza-aprendizaje.

Fuente: Internet de las Cosas Hacia una educación inteligente
https://www.researchgate.net/publication/329104805_Internet_de_las_Cosas_Hacia_una_educacion_inteligente

3.8.3 CONCLUSIÓN DEL ARTICULO

La inversión y desarrollo en las redes de nueva generación permitirán que, gracias a la convergencia de servicios, se implante el IoT a partir de múltiples servicios especificados para cada tipo de objeto. Además, el internet de las cosas se plantea como un medio para optimizar la utilización de recursos en cualquier nivel del ser humano.

Es fundamental concientizar a la comunidad sobre el buen uso y, por ende, las ventajas de la tecnología en cualquier área de la vida como factor fundamental del desarrollo de los

⁴⁵ D. Evans, Internet de las cosas: Cómo la próxima evolución lo cambia todo, San José, USA: Cisco, 2011.

países. Por otro lado, la adopción de nuevas tecnologías requiere de iniciativas de apropiación tecnológica que fomenten el buen uso de estas herramientas para el desarrollo a nivel personal y empresarial, en especial sobre el manejo de la información en los contextos del país. Finalmente, el despliegue generalizado de internet de las cosas tanto a nivel nacional como internacional debe ir de la mano de políticas claras sobre el manejo de la información y de la seguridad de esta, con el fin de generar un ambiente de confianza entre los usuarios y tener mayor facilidad de adopción y utilización por los países.

3.9 INTERNET DE LAS COSAS Y HERRAMIENTAS DE SOFTWARE LIBRE APLICADAS A LA EDUCACIÓN

Este artículo fue publicado por Adalberto Álvarez Martínez⁴⁶, Julián Santiago Santoyo Díaz⁴⁷.

Publicación realizada en la revista Ingeniare: Universidad Libre-Barranquilla, Año 13, No. 22, pp. 11-18 • ISSN: 1909-2458.

Esta investigación se encaminó hacia la aplicación de tecnologías emergentes como Internet de las cosas, en los procesos educativos con herramientas de software Libre. Se investigó mediante la recolección de material bibliográfico sobre el Internet de las cosas y sus diferentes aplicaciones. Luego de analizar distintas herramientas de software libre disponibles para el uso de Internet de las cosas se seleccionó Node-RED como la solución más idónea para la elaboración de herramientas didácticas. Con esta herramienta de software, acompañada de la placa Raspberry Pi se diseñó un prototipo de laboratorio para la implementación de actividades didácticas que apoyen el aprendizaje en diferentes ámbitos del conocimiento.

3.9.1 ANTECEDENTES Y TRABAJOS RELACIONADOS

Actualmente existen más de 25 mil millones de dispositivos conectados a Internet y se estima que para 2020 la cifra superará los 50 mil millones. El número de dispositivos conectados a Internet se incrementa rápidamente cada año, debido a las múltiples aplicaciones que surgen a cada momento, entre las cuales a futuro cercano tendremos:

- Predicción de desastres naturales.
- Aplicaciones en la industria.

⁴⁶ Estudiante Maestría en software libre, Universidad Autónoma de Bucaramanga, Esp. en Gerencia de Empresas Comerciales, Universidad del Norte, Esp. en Docencia Universitaria, Universidad Antonio Nariño, Ingeniero de Sistemas, Universidad del Norte, Docente Universidad Libre de Barranquilla. aalvarez11@unab.edu.co

⁴⁷ Master en Sistemas y Servicios en la Sociedad de la Información, Universidad de Valencia, Esp. en Tecnologías Avanzadas para el Desarrollo de SW, Universidad Autónoma de Bucaramanga, Ingeniero de Sistemas, Universidad Autónoma de Bucaramanga, Docente Universidad Autónoma de Bucaramanga. jsdiaz@unab.edu.co.

- Monitoreo por escasez de agua.
- Diseño de hogares inteligentes.
- Aplicaciones médicas.
- Aplicaciones en la agricultura.
- Diseño de sistemas de transporte inteligente.
- Diseño de ciudades inteligentes.
- Medición y monitoreo inteligente.
- Seguridad inteligente⁴⁸.

Existe en Tailandia un proyecto interesante desarrollado por Putjorn Pruet, en su momento estudiante de Doctorado de University of Kent, UK quien desarrolló un dispositivo basado en Raspberry Pi⁴⁹, que tiene conectados una serie de sensores y dispositivos con los cuales los niños de áreas rurales analizan variables de su entorno por medio de una app lúdica. El proyecto se denomina OBSY⁵⁰.

En el año 2012, el profesor Víctor Callaghan diseñó una herramienta denominada Buzz-Boarding, la cual es un sistema abierto que comprende algunas placas de hardware que pueden ser interconectadas para hacer una variedad de aplicaciones de IoT. Como herramienta de software para la placa Buzz, utiliza Mbed, una herramienta de software de código abierto en línea. Mbed es una plataforma y sistema operativo para dispositivos conectados a Internet basado en microcontroladores de 32-bit ARM. Tales dispositivos son también conocidos como dispositivos de Internet de las cosas⁵¹.

3.9.2 HERRAMIENTAS DE SOFTWARE LIBRE

Software libre es el software que respeta la libertad de los usuarios y la comunidad. A grandes rasgos, significa que los usuarios tienen la libertad de ejecutar, copiar, distribuir, estudiar, modificar y mejorar el software⁵².

⁴⁸ R. Khan, S. U. Khan, R. Zaheer, & S. Khan. "Future internet: the internet of things architecture, possible applications and key challenges". In *Frontiers of Information Technology (FIT)*, 10th International Conference on, IEEE, December 2012.

⁴⁹ R. Pi, "Raspberri Pi". *Raspberri Pi*, vol. 1, no. 1, 2013.

⁵⁰ P. Pruet, C. S. Ang, D. Farzin, & N. Chaiwut. "Exploring the Internet of "Educational Things (IoET) in rural underprivileged areas". In *Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON)*, 12th International Conference on. IEEE, June, 2015.

⁵¹ V. Callaghan. "Buzz-Boarding: practical support for teaching computing based on the internet ofthings". *The Higher Education Academy-STEM*, 2012.

⁵² FSF. (2015). *Que es Software Libre*. [En línea]. Disponible en: <https://www.gnu.org/philosophy/>

Existe una serie de herramientas de Software Libre, que permiten la implementación de soluciones de tipo IoT: Node-RED, Kinoma Create, Eclipse IoT, OpenHub, IoTSyS, Contiki, RIOT, TinyOS, Brillo, Nimbits. Para la implementación del prototipo se utilizó Node-RED, debido a su interfaz gráfica que provee facilidades de uso aun para personas con muy pocos conocimientos en programación.

Para la implementación del Software necesitaron una serie de requerimientos para su correcta utilización:

- Un Computador de escritorio Core I5, 8 GB RAM, HD 1 TB.
- Una placa Raspberry Pi 3, con una tarjeta SD 32 Gb y una fuente de poder.
- Kit de sensores para Raspberry.
- Kit electrónico, compuesto por: protoboard, resistencias, cables de conexión, botones, entre otros.
- Sistema operativo Raspbian para el Raspberry. Licencia Open Source.
- Software Node-RED, preinstalado en Raspberry. Licencia apache 2.0 Open Source.

En la Figura 13 se observa el diagrama del prototipo base para el desarrollo de las herramientas didácticas.

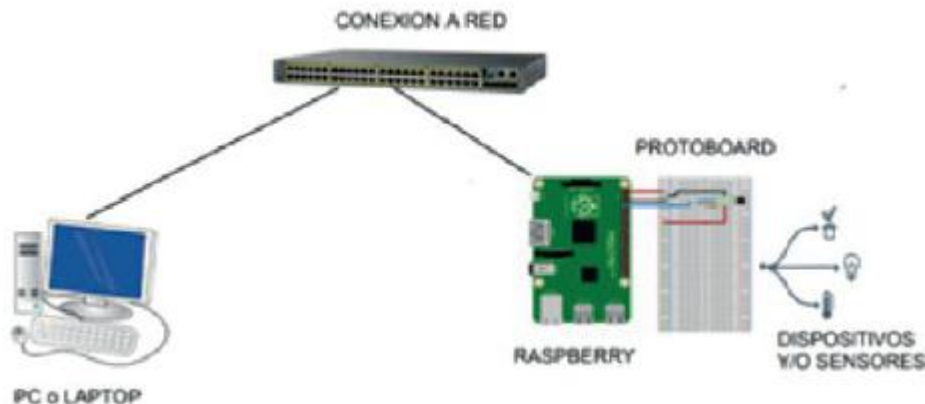


Figura 13. Estructura física del prototipo.

Fuente: Internet de las cosas y herramientas de software libre aplicadas a la Educación
<https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/ingeniare/article/view/1339>

Con la elaboración del prototipo se buscaba diseñar experimentos prácticos de hardware y software para ser desarrollados por estudiantes de ingeniería, en los cuales el ambiente gráfico del software Node-RED era el actor principal, ya que permitió que los usuarios sin conocimientos previos de programación pudieran crear programas y soluciones de tipo IoT de una manera intuitiva.

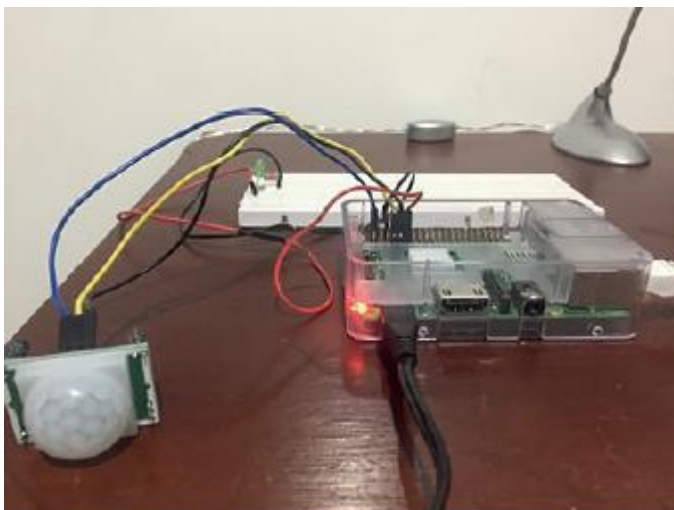


Figura 14. Imagen real del prototipo.

Fuente: Internet de las cosas y herramientas de software libre aplicadas a la Educación
<https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/ingeniare/article/view/1339>

La investigación arrojo que el prototipo tuvo una alta aceptación por parte de los estudiantes, que a su vez mostraron un gran entusiasmo e interés por ampliar los conocimientos sobre el tema.

3.9.3 CONCLUSIÓN DEL ARTICULO

El Internet de las cosas (IoT) está cambiando la manera como se utiliza la tecnología en beneficio de los seres humanos y del ambiente que nos rodea. Es así como cada día se incrementa el número de elementos (objetos) interconectados para brindar información en tiempo real sobre el entorno y sus características.

La educación no está distante de estas nuevas tecnologías y este trabajo de investigación valida esta afirmación, ya que mediante la búsqueda de material bibliográfico se encontró una variedad de herramientas de software libre factibles de interactuar con Internet de las cosas para elaborar material didáctico educativo.

La investigación realizada sirve de aporte base para la adopción e implementación del Internet de las cosas, sumado a herramientas de software libre para el desarrollo de herramientas didácticas orientadas a diferentes ámbitos educativos, donde las instituciones de educación primaria, secundaria, técnica, tecnológica y de estudios profesionales pueden hacer uso de esta tecnología de una manera accesible en el orden económico y tecnológico.

4. TECNOLOGIA 4.0

Se entiende como cuarta revolución industrial a la fase de digitalización del sector manufacturero que se puede realizar gracias a la tecnología denominada tecnología 4.0. Este proceso está impulsado por un sorprendente aumento del volumen de datos, la potencia de los sistemas computacionales y la conectividad. Estos cambios permitirán que los diferentes sectores se adapten y puedan evolucionar y crear sinergias con las que hacerse más fuertes y competitivos.

La historia de la industria se divide en cuatro fases bien definidas. El modelo de fábrica más antiguo es el que se corresponde con la fábrica 1.0, y se relaciona con los sistemas que utilizaban la energía de la máquina de vapor y la mecanización de las tareas. La segunda fase, la fábrica 2.0, hace referencia a la introducción de la electricidad y de las cadenas de montaje en los procesos industriales. La fábrica 3.0 responde a un sistema de fabricación en el que los procesos ya han empezado a automatizarse gracias a la introducción de los sistemas informáticos. Finalmente, la cuarta fase se corresponde con la fábrica 4.0, y hace referencia a un proceso de automatización mucho mayor, por no decir completo, que se basa en las tecnologías IoT y Big Data, lo que permite que las máquinas trabajen en conexión unas con otras y los procesos se puedan automatizar como nunca se había visto.

La mayoría de las tecnologías que hacen posible la fábrica 4.0 ya existían hace años. Sin embargo, ha sido necesaria su evolución y la mejora de la capacidad de cómputo para que pasen de la fase experimental y puedan ser aplicadas con éxito a los entornos industriales.

De este modo, las máquinas industriales operan de manera simbiótica entre sí. El trabajo coordinado y el carácter cooperativo de las tecnologías hace que el desarrollo y perfeccionamiento de cada tecnología genere una mejora exponencial al resto de tecnologías. Las tecnologías que han permitido esta evolución son variadas, aunque cabe mencionar las siguientes:

- Big Data y análisis de datos
- Robots autónomos
- Simulación
- Sistemas para la integración vertical y horizontal
- IoT (Internet de las cosas)
- Ciberseguridad
- Cloud computing
- Fabricación aditiva

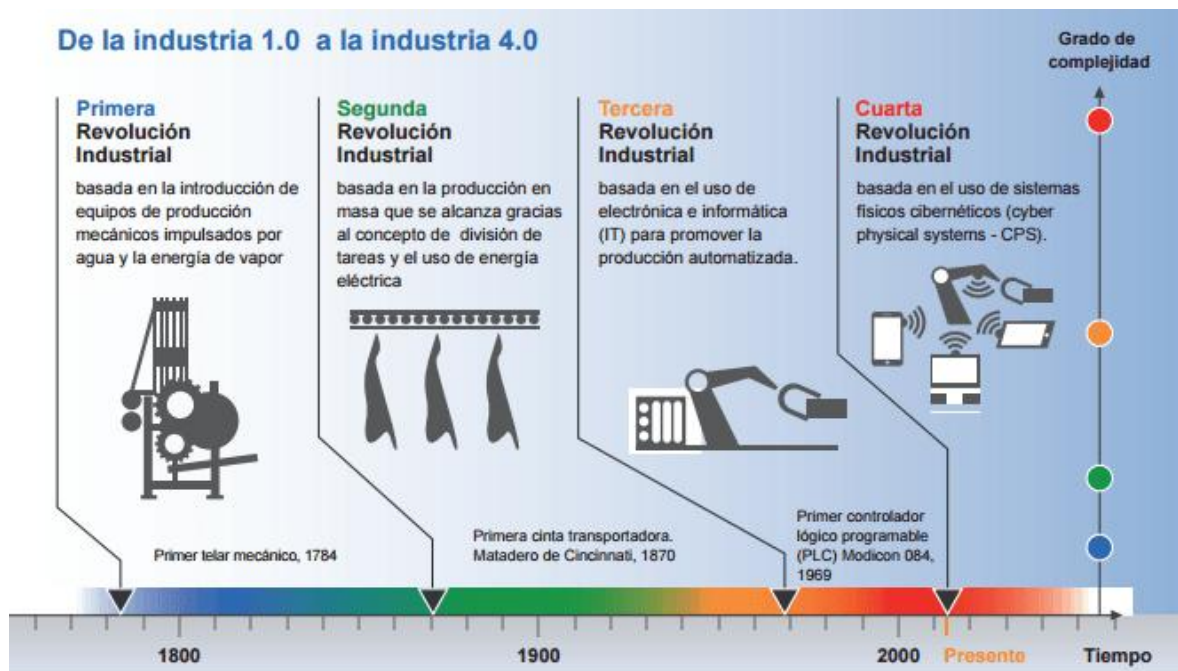


Figura 15. Evolución de las industrias.

Fuente: Papeles de inteligencias <https://papelesdeinteligencia.com/que-es-industria-4-0/>

4.1 INDUSTRIA 4.0: LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DE LA INDUSTRIA

La inteligencia de la nueva fábrica es el resultado de la convergencia de las tecnologías de la información, su unión en un “ecosistema digital” con otras tecnologías industriales y el desarrollo de nuevos procesos de organización. Por ello, la informática y sus profesionales serán elementos clave en el escenario de industria 4.0 que permita a la industria europea recuperar su competitividad.

4.1.1 LOS PILARES DE LA INTELIGENCIA EN INDUSTRIA 4.0

Soluciones inteligentes

Los productos inteligentes se caracterizan por disponer de electrónica, software embebido y conectividad lo que, en conjunto, le dotan de nuevas características, capacidades y funciones. Se les denomina sistemas ciber-físicos (CPS) y son los “habitantes” del ecosistema de la Internet de las cosas (IoT). La conectividad les proporciona capacidad de comunicación máquina a máquina (M2M) e interacción con humanos. El software les permite autogestionarse y tomar decisiones descentralizadas. Equipados con sensores captan información sobre su entorno y sobre su propio uso y estado, datos que pueden proporcionar a quien lo fabricó o gestiona su servicio.



Figura 16. El producto inteligente.

Fuente: Industria 4.0: la transformación digital de la industria <http://coddii.org/wp-content/uploads/2016/10/Informe-CODDII-Industria-4.0.pdf>

Estos mismos elementos se aplican no sólo a los productos sino a las máquinas que los fabrican, los sistemas de producción ciber-físicos(CPPS), que conforman la “Fábrica Inteligente”. Son máquinas con gran capacidad de comunicación M2M que ofrecen personalización, adaptación al entorno y a tareas nuevas. Gracias a su autogestión, productos y máquinas inteligentes se vuelven invisibles a los operadores y sólo precisan atención cuando precisan mantenimiento. Además, la comunicación M2M les permite autoconfigurarse para adaptar su funcionalidad en tiempo real a las necesidades del cliente a lo largo de su ciclo de vida. Con ello se hace posible mejorar la experiencia del usuario, intensificar la interacción con el cliente y generar nuevos servicios añadidos (clave todo ello de los nuevos mercados a los que debe enfrentarse la industria).

Servicios inteligentes

Los servicios inteligentes permiten ofrecer servicios innovadores y establecer nuevos modelos de negocio, por ejemplo, modelos de pago por uso o servicio. La comunicación con el fabricante, la recogida de grandes cantidades de datos y su análisis es la base para generar nuevas ofertas de servicios y optimizar los modelos existentes. Los modelos analíticos aplicados a esos datos (Big Data) pueden automatizar la toma de decisiones. Por ejemplo, predecir el momento en que un sistema requerirá mantenimiento. Los fabricantes

podrán aprovechar combinaciones innovadoras de servicios inteligentes para incrementar su creación de valor, aguas arriba o abajo de la cadena de valor.

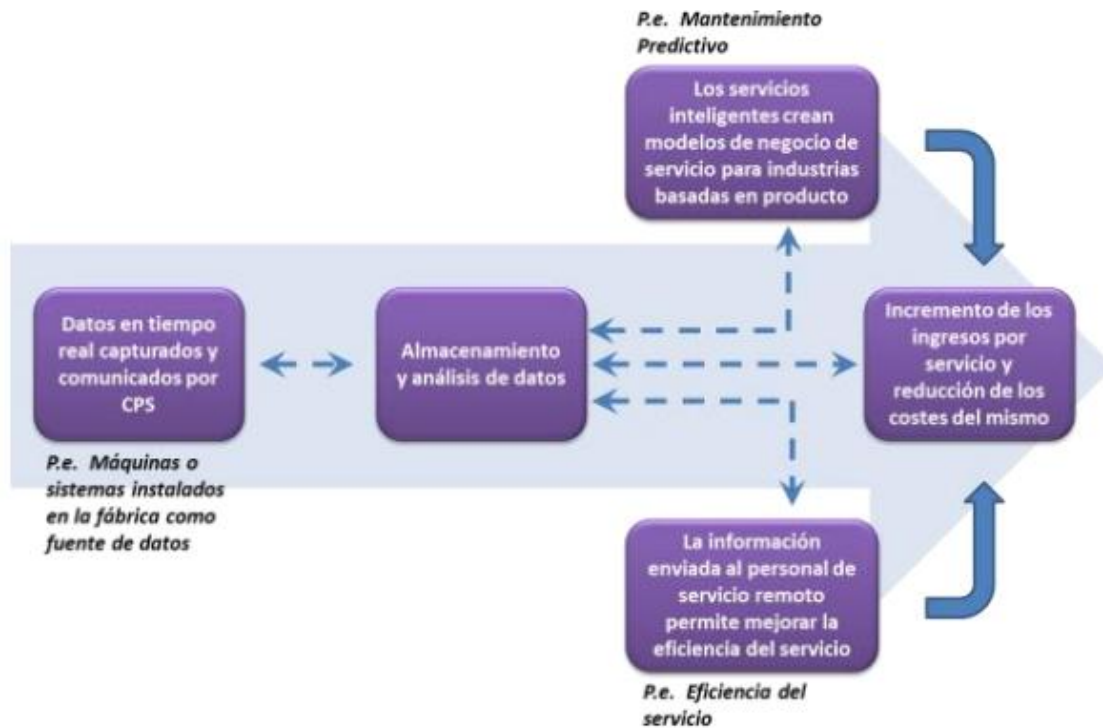


Figura 17. El servicio inteligente.

Fuente: Industria 4.0: la transformación digital de la industria <http://coddii.org/wp-content/uploads/2016/10/Informe-CODDII-Industria-4.0.pdf>

Innovación inteligente

La conectividad permite extender la innovación a toda la empresa apoyándose en la información que fluye desde y hacia la fábrica. Apoyándose en soluciones informáticas como comunidades virtuales o herramientas PLM (“Product Life Management”) colaborativas, los procesos de innovación se abrirán a socios y clientes, potenciándose la orientación al cliente de la industria. La colaboración con clientes y socios acelerará el flujo de innovación y reducirá los tiempos de comercialización.

La innovación a lo largo del Ciclo de Vida del producto inteligente y conectado combina la capacidad analítica de las herramientas informáticas con los datos, cada vez más ricos, proporcionados por el producto inteligente a lo largo de su ciclo de vida. Combinando los datos recogidos del producto inteligente (CPS), de las máquinas (CPPS) y de los clientes se tomarán decisiones para optimizar la fabricación, los servicios y la experiencia del cliente. En la base de todo ello estarán sistemas PLM avanzados, interconectados y con sistemas de análisis y visualización potentes e intuitivos.

Cadenas de suministro inteligentes

Las cadenas de suministro inteligentes estarán altamente automatizadas e integradas y, de nuevo, serán posibles gracias a la integración del software y las comunicaciones en la industria.

En lugar de la integración horizontal habitual en la industria hoy, la colaboración entre empresas en la Industria 4.0 se basará en configuraciones “ad-hoc” para ofrecer soluciones a medida de cada cliente. Usando redes de colaboración ágiles la industria puede aprovechar las oportunidades de un mercado globalizado de habilidades y capacidades. Por ejemplo, un fabricante podrá decidir con flexibilidad qué externalizar o hacer “in house”, podrá trabajar con proveedores de servicios de ingeniería a través de plataformas CAD compartidas o asignar órdenes de producción al proveedor con más capacidad libre disponible en cada momento.

La base para estas redes son entornos de producción y plataformas de ingeniería conectadas en red junto con interfaces entre empresas. También en este aspecto la base es la informática y el software será decisivo y buena muestra de ello es el liderazgo de SAP en el impulso de la industria 4.0.

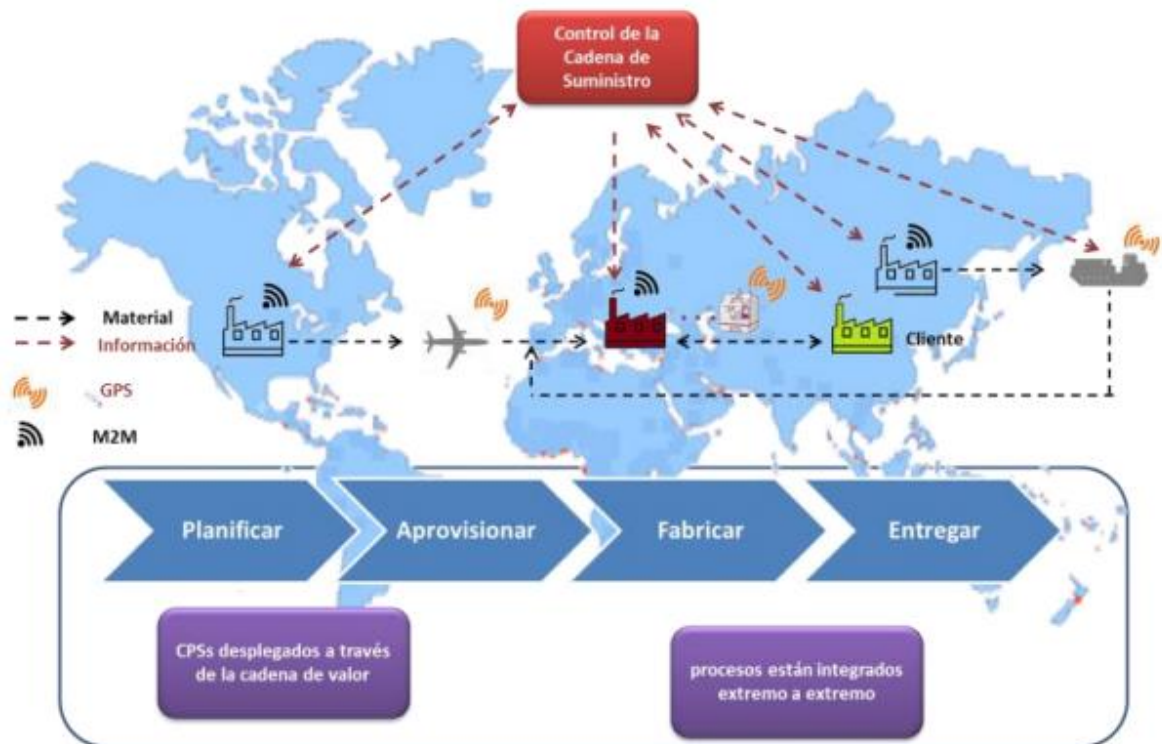


Figura 18. La cadena de suministro conectada.

Fuente: Industria 4.0: la transformación digital de la industria <http://coddii.org/wp-content/uploads/2016/10/Informe-CODDII-Industria-4.0.pdf>

La cadena de suministro conectada es otra pieza central en toda estrategia de Industria 4.0. Para gestionar la creciente complejidad de las cadenas de suministro, los flujos físicos se replican en plataformas digitales.

Esta imagen virtual de la red de suministro se crea a través de materiales y piezas etiquetadas con RFID. A lo largo de la cadena de suministro, los CPS generan datos en tiempo real sobre su posición y estado. Esta digitalización permite automatizar los procesos de la cadena de suministro e identificar al producto a lo largo del proceso de producción permitiendo al fabricante ser más sensible a cambios en los pedidos. La visibilidad de los movimientos de la red de suministro proporciona transparencia. Permite reconocer ineficiencias y riesgos, aumentarla robustez y la capacidad de respuesta a incidencias, incrementar la fiabilidad y disminuir los costes.

4.1.2 TECNOLOGÍAS BÁSICAS EN QUE SE SUSTENTA LA INDUSTRIA 4.0

Las tecnologías clave en que se sustenta la industria 4.0 son las que componen el currículum del ingeniero en informática lo que le hace el profesional más capacitado para liderar esta revolución.

Comunicaciones móviles

Las tecnologías móviles, internet móvil, son la base de IoT. El etiquetado de objetos y la comunicación M2M permiten un entorno de producción conectado en el que sistemas y productos se comunican entre sí. Con ello se hace posible la captura de datos, la coordinación de los CPPS y el despliegue de servicios remotos. Y todo ello en tiempo real y de manera ubicua.

La nube (Cloud Computing)

La nube comprende aplicaciones e infraestructuras ofrecidas como servicio a través de redes públicas o privadas, a menudo en modelo de pago por uso. Los productos y sistemas inteligentes (CPS y CPPS) generarán enormes cantidades de datos a almacenar y procesar que deben ser accesibles on-line desde cualquier lugar. La nube permite este flujo de datos sin fronteras y elimina la necesidad de inversión en infraestructuras para incrementarla capacidad, permitiendo una flexibilidad sin precedentes.

Análisis de Datos (Big Data)

Con un número creciente de productos (CPS) y sistemas inteligentes (CPPS) en las fábricas y el mercado, la cantidad de datos de que dispondrán los fabricantes se multiplicará. Su análisis permitirá identificar patrones e interdependencias, analizar los procesos y descubrir ineficiencias e incluso predecir eventos futuros. Con ello se abrirán nuevas oportunidades, no sólo de mejora de la eficiencia, sino de descubrimiento de servicios para el cliente, al que se conocerá mucho mejor.

Comunicación Máquina a Máquina (M2M)

La comunicación M2M es la tecnología básica de la "Internet de las cosas" (IoT). Hace referencia a tecnologías que permiten el intercambio de información entre los productos y sistemas inteligentes que constituyen el entorno Industria 4.0. Además, con esta información es posible construir una réplica virtual de la fábrica física, lo que permitirá simular no sólo productos sino procesos de fabricación completos. La forma de uso más evidente de comunicación M2M estará en la conexión de sistemas inter-empresas también será factor clave en la colaboración inter-empresas.

Plataformas sociales

Las plataformas sociales han transformado nuestra vida cotidiana a través de la comunicación instantánea, global y de uno-a-muchos. La comunicación en los entornos industriales se verá enormemente mejorada con una interacción más dinámica de contenido enriquecido que favorezca la colaboración y la innovación. Por otro lado, las redes sociales "clásicas" facilitarán la fabricación bajo demanda y proporcionará gran cantidad de información sobre los clientes.

La impresión 3D (fabricación aditiva)

Hace referencia a la producción de objetos tridimensionales a partir de modelos virtuales. Aunque su uso industrial es escaso, la fabricación aditiva eliminará las desventajas en eficiencia de la producción de productos personalizados. Permitirá la creación rápida de prototipos y una fabricación altamente descentralizada: el modelo del producto podría enviarse al sitio de "impresión" más cercano al cliente eliminando pasos intermedios.

Realidad aumentada

Los sistemas basados en la realidad aumentada se encuentran actualmente en su infancia, pero en el futuro, permitirán proporcionar a los trabajadores información en tiempo real para mejorar la toma de decisiones y los procedimientos de trabajo. Por ejemplo, los trabajadores podrán recibir instrucciones para una reparación y visualizarla haciendo uso de dispositivos como gafas de realidad aumentada con lo que se incrementará la eficiencia y la seguridad.

Seguridad

Con el aumento de la conectividad y el uso de protocolos de comunicación estándar, la necesidad de proteger los sistemas industriales críticos y las líneas de fabricación de las amenazas a la seguridad aumenta dramáticamente. Como resultado, serán necesarias comunicaciones seguras y fiables, así como sofisticados de gestión de identidades y acceso de las máquinas y los usuarios.

5. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA INDUSTRIA 4.0

5.1 VENTAJAS

Con los nuevos avances los procesos productivos pueden equiparse con algoritmos que aprendan automáticamente, sistemas que actúan de forma remota, sensores que aporten los datos necesarios para robotizar los procesos, pero también sistemas que ayuden a los operarios humanos a tomar decisiones y resolver problemas.

- Reducción del tiempo de producción: Se consiguen procesos más depurados, repetitivos y sin errores ni alteraciones. Así logramos una producción ininterrumpida y disponible las 24 horas del día.
- Optimización de los niveles de calidad: La automatización de procesos permite mayor precisión en pesos, medidas y mezclas. De esta manera, se evitan los tiempos muertos e interrupciones.
- Mayor ahorro de costos: Los procesos automatizados exigen de menor personal, menos errores y mayor eficacia energética y/o de materias primas.
- Mayor seguridad en los procesos: Este punto es especialmente importante para trabajos a temperaturas elevadas, con grandes pesos o en entornos peligrosos.
- Producción más flexible: El producto es adaptable a los requerimientos de cada empresa en concreto.
- Agiliza la toma de decisiones: La información en la Industria 4.0 fluye de forma más rápida. Eso significa que tenemos mayor capacidad de análisis sobre los datos que obtenemos. De esta forma, conseguimos tomar decisiones más acertadas.
- Flujo de datos más eficiente: Todo ello gracias a las redes de comunicación. Se reducen los tiempos de reacción y la toma de decisiones.
- Mayor competitividad empresarial: Se da mejor respuesta las necesidades de los mercados, se ofrecen productos de alta calidad y se reacciona de forma más veloz y flexible a los cambios.
- Asegura un gran potencial para conectar a millones de personas por medio de las redes digitales.
- Gracias a la nueva industria, la gestión de los activos es más sostenible, pudiendo incluso regenerar el medio natural.

- La eficiencia de las organizaciones mejora en eficacia de forma manifiesta.

5.2 DESVENTAJAS

No obstante, no todo son ventajas en la nueva revolución industrial que vivimos. Existen ciertos inconvenientes de la Industria 4.0 para tener en cuenta.

- No todas las organizaciones se están adaptando a buen ritmo a los nuevos métodos. De hecho, ahora que los cambios son cada día más veloces, muchas industrias corren el riesgo de quedarse muy desactualizadas en poco tiempo.
- No siempre los gobiernos y sus legislaciones cambian y evolucionan a la velocidad que la industria y los avances tecnológicos requieren. Sin embargo, deben regular, y no centrarse únicamente en obtención de beneficios.
- Hay que tener cuidado con los equilibrios de poder, ya que la innovación y el acceso de los recursos pueden hacer que cambien de forma excesiva e incluso peligrosa.
- Los avances industriales a excesiva velocidad pueden permitir que crezcan las desigualdades y que exista cierta fragmentación social.
- El personal necesario en los nuevos procesos es más especializado, y no siempre es fácil acceder a estos perfiles, que, además, requieren de mayor remuneración.
- La industria 4.0 tiene una enorme dependencia tecnológica, dada la gran especialización requerida en la maquinaria. Así pues, se desarrollan necesidades específicas nuevas que deben ser identificadas y solucionadas lo antes posible.
- El coste de la inversión es ahora más elevado, especialmente al principio. No obstante, hay que tener en cuenta el ROI, y a medio y largo plazo, se recupera de sobra, pero de inicio tal vez no todos puedan hacer frente a los costes.
- Como es lógico, aparece la obsolescencia tecnológica. El riesgo es muy alto y debe ser tenido en cuenta en todo proyecto inicial para calcular el ROI y la amortización de la inversión, entre otros factores.

CONCLUSIONES GENERALES

Al desarrollar la presente monografía quisimos ampliar nuestro conocimiento sobre el internet de las cosas, los avances tecnológicos hasta ahora obtenidos, el rol que desempeña en la actualidad el desarrollo de las ciudades y las alternativas de control del medio ambiente, las repercusiones que ha tenido en la educación y cómo ha intervenido en la industria.

Aunque el internet de las cosas todavía no está presente en todos los hogares del mundo y de la sociedad ya que se encuentre en una etapa intermedia, está ya se encuentra teniendo impacto en varios aspectos en la problemática de la sociedad, aumentando y facilitando la calidad de vida de las personas.

Este impacto llegaría a solucionar problemas que hoy en día es muy difícil controlar como es la regulación o equilibrio del medio ambiente en la cual el internet de las cosas proporcionara a los usuarios o propietarios de la vivienda comodidad y capacidad de poder gestionar el consumo a través de la interconexión con los objetos cotidianos.

Para las industrias ocurre algo parecido ya que proveerán productos industriales o de servicios, presentándose como un nuevo modelo de negocio, lo cual las empresas podrán controlar y gestionar sus productos a lo largo de su existencia. Esto también lograra a que las empresas logren obtener mucho más información sobre lo que realiza el usuario o consumidor.

Cabe resaltar que la implementación de IoT va más allá de la instalación de tecnología en un área concreta, es importante encontrar las necesidades y desarrollar servicios a partir de las mismas teniendo en cuenta la concepción de las personas con el fin de determinar qué población necesita IoT y para que la necesita.

BIBLIOGRAFIA

- El Invernadero digital, una realidad. Disponible en: <https://www.agrointeligencia.com/invernadero-digital-una-realidad/>
- Qué es internet de las cosas y cómo funciona. Disponible en: <https://www.hostgator.mx/blog/internet-de-las-cosas/>
- El Origen Del IoT. Disponible en: <http://www.bcendon.com/el-origen-del-iot/>
- IoT e Industria 4.0: ¿cuál es la diferencia? SIMONE CATANIA. Disponible en: <https://www.noticias.ltda/sociedad-digital/iot-e-industria-40-diferencia/>
- Tecnología 4.0: aplicaciones y beneficios. Disponible en: <https://blog.infaimon.com/tecnologia-4-0/>
- Fundación de la Innovación Bankinter, F. (2011). El Internet de las Cosas En un mundo conectado de objetos inteligentes. resumen ejecutivo, 9-10.
- EVANS, D. (2011). Internet de las cosas, Cómo la próxima evolución de Internet lo cambia todo. Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG). Disponible en: https://www.cisco.com/c/dam/global/es_mx/solutions/executive/assets/pdf/internet-of-things-iot-ibsg.pdf
- Informática e Internet: Algunas Aplicaciones. Disponible en: <https://encolombia.com/medicina/revistas-medicas/enfermeria/ve-72/enfermeria7204-enfermeria1/>
- Las tendencias del Internet de las Cosas que impulsarán la innovación empresarial, Disponible en: <https://www.iebschool.com/blog/preparados-para-el-internet-de-las-cosas-tecnologia/>.
- El futuro del Internet de las Cosas, Disponible en: <http://blogunisono.com/2017/07/el-futuro-del-internet-de-las-cosas/>
- Internet de las Cosas (IoT), una tendencia en crecimiento, Disponible en: <https://www.openintl.com/es/internet-de-las-cosas-una-tendencia-en-crecimiento/>

- Zhibo P, Junzhe T, Qiang C, editors. Intelligent packaging and intelligent medicine box for medication management towards the Internet-of-Things. Advanced Communication Technology (ICACT), 2014 16th International Conference on; 16-19 Feb. 2014.
- Yu L, Jianwei N, Lianjun Y, Lei S, editors. eBPlatform: An IoT-based system for NCD patients homecare in China. Global Communications Conference (GLOBECOM), IEEE; 2014 8-12 Dec. 2014.
- Lin C-H, Young S-T, Kuo T-S. A remote data access architecture for home-monitoring health-care applications. *Medical Engineering & Physics* 2007;29(2):199-204.
- Department of Computer Engineering & Informatics, School of Engineering, University of Patras, "Health Internet of Things: Metrics and methods for efficient data transfer", Simulation Modelling Practice and Theory 34 (2013) 186–199 [E-book]. Disponible: ScienceDirect.
- Y. Berhanu, H. Ab-ie & M. Hamdi, “A Testbed for Adaptive Security for IOT in e-Health”, Proceedings of the International Workshop on Adaptive Security, Sept. 8-12, 2013, in Zurich, Switzerland.
- N. Alharbe, A.S. Atkins & A.S. Akbari, “Application of ZigBee and RFID Technologies in Healthcare in Conjunction with the Internet of Things”, Proceedings of International Conference on Advances in Mobile Computing & Multimedia, Dic. 2-4 2013, in Vienna, Austria.
- A. Ghose, P. Sinha, C. Bhaumik, A. Sinha, A. Agrawal & A. D. Choudhury, “Ubi-Held – Ubiquitous Healthcare Monitoring System for Elderly and Chronic Patients”, Proceedings of the 2013 ACM conference on Pervasive and ubiquitous computing adjunct publication, p. 1255-1264, Sept. 8-12, 2013, in Zurich, Switzerland.
- A. J. Jara, A. F. Alcolea, M. A. Zamora & A. F. Gómez Skarmeta, "Drugs interaction checker based on IOT," Internet of Things (IOT), 2010, pp.1-8, Nov. 29-2010, Dic. - 1 - 2010.
- Why The Internet Of Medical Things (IoMT) Will Start To Transform Healthcare In 2018. <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/01/25/why-the-internet-of-medical-things-iomt-willstart-to-transform-healthcare-in-2018>. Último acceso: Abril 2018.
- H. Hafez, T.L. Robertson, G.D. Moon, Kit-Yee Au-Yeung, M.J. Zdeblick, G.M. Savage. An Ingestible Sensor for Measuring Medication Adherence. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 62(1), pp. 99-109. January 2015. doi:10.1109/TBME.2014.2341272.

- J. Kim, A.S. Campbell, J. Wang. Waearable non-invasive epidermal glucose sensors: A review. *Talanta*, 177, pp. 163-70. 2018. doi: 10.1016/j.talanta. 2017.08.077.
- L. Lipani, B.G.R. Dupont, F. Doungmene, F. Marken, R.M. Tyrrell, R.H. Guy, A. Ilie. Non-invasive, transdermal, path-selective and specific glucose monitoring via a graphene-based platform. *Nature Nanotechnology*, [publicación on-line]. 2018. doi:10.1038/s41565-018-0112-4.
- A. Solanas, C. Patsakis, M. Conti, I.S. Vlachos, V. Ramos, F. Falcone, O. Postolache, P.A. Perez-Martinez, R. Di Pietro, D.N. Perrea, A. Martínez-Balleste. Smart Health: A Context-Aware Health Paradigm within Smart Cities. *IEEE Communication Magazine*, 52(8), pp. 74-81. 2014. doi: 10.1109/MCOM.2014.6871673.
- T. Ueda and Y. Ikeda, "Stimulation methods for students' studies using wearables technology," in *Region 10 Conference (TENCON)*, 2016 IEEE, 2016, pp. 1043–1047.
- K. Liu and L. Lv, "Research on Management System of University Multimedia Teaching Equipment Based on the Internet of Things Technology," in *Applied Mechanics and Materials*, 2014, vol. 687, pp. 2494–2496.
- CEA-IoT, "Quienes somos," Centro de Excelencia y Apropiación en internet de las cosas – CEA-IoT, 2017.
- G. X. Zhao and B. Qi, "Application of the IOT Technology in the Intelligent Management of University Multimedia Classrooms," *Appl. Mech. Mater.*, vol. 513–517, pp. 2050–2053, Feb. 2014.
- L. N. Li and P. F. Zhao, "Application of the Internet of Things in Colleges' Management," *Adv. Mater. Res.*, vol. 905, pp. 736–741, Apr. 2014.
- J. Wang, "The design of teaching management system in universities based on biometrics identification and the Internet of Things technology," in *2015 10th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE)*, 2015, pp. 979–982.
- R. H. Webber, "Internet of things – Need for a new legal environment", *Computer law & Security review*, vol. 26, pp. 23-30, 2009.
- A. Feldman, "Internet Clean-Slate Design: What and Why?", *Computer Communication Review*, vol. 37, no. 3, 2007.
- S. Myung-Ki, K. Yong-Woon, "New Challenges on Future Network and Standardization", *ICAT*, p. 17-20, 2008.

- D. Young Kim, L. Mathy, M. Campanella, R. Summerhill, J. Williams, S. Shimojo, Y. Kitamura, H. Otsuki, "Future Internet: Challenges in Virtualization and Federation", Fifth Advanced International Conference on Telecommunications, 2009.
- Community Research and Development Information Services (Cordis), Framework Programme. [En línea]. s. f. Recuperado de http://cordis.europa.eu/fp7/ict/ssai/home_en.html. [Último acceso: 7 4 2014]
- International Telecommunication Union, ITU Internet Reports 2005: The Internet of Things–Executive Summary, Ginebra, Suiza: ITU, 2005.
- J. Gascón, J. Seseña, A. Alfaro, "Internet del Futuro: La convergencia como factor clave para la evolución tecnológica", Revista Colombiana de Telecomunicaciones, vol. 16, no. 53 pp. 32-35, 2009.
- D. Evans, Internet de las cosas: Cómo la próxima evolución lo cambia todo, San José, USA: Cisco, 2011.
- R. Khan, S. U. Khan, R. Zaheer, & S. Khan. "Future internet: the internet of things architecture, possible applications and key challenges". In Frontiers of Information Technology (FIT), 10th International Conference on, IEEE, December 2012.
- R. Pi, "Raspberri Pi". Raspberri Pi, vol. 1, no. 1, 2013.
- P. Pruet, C. S. Ang, D. Farzin, & N. Chaiwut. "Exploring the Internet of “Educational Things (IoET) in rural underprivileged areas". In Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON), 12th International Conference on. IEEE, June 2015.
- V. Callaghan. "Buzz-Boarding: practical support for teaching computing based on the internet ofthings". The Higher Education Academy-STEM, 2012.
- FSF. (2015). Que es Software Libre. [En línea]. Disponible en: <https://www.gnu.org/philosophy/free-sw.es.html>